

REFERENCIA

**ETAPAS DE DESARROLLO Y EPOCA CRITICA EN  
LA MADUREZ FISIOLÓGICA DEL GRANO DE MAIZ**

**Por:**

**CARLOS LOPEZ VIDALES**

**MAURO JIMENEZ MERCADO**

**Tesis de grado presentada como requisito  
parcial para optar al título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presidente de Tesis :**

**Nelson Cortina Tovar. I. A. M.S.**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL MAGDALENA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**1976**





~~Feb. 189 - Ago.~~

L66e

IA 00137

DONACION

BIBLIOTECA

"Los conceptos emitidos por los candidatos, no representan necesariamente el criterio del Presidente de Tesis, ni del Consejo Examinador"





**DEDICO**

**A MIS PADRES**

**A MIS HERMANOS**

**A MIS TIOS**

**A MIS SOBRINOS**

**A MIS AMIGOS**

**CARLOS**



**DEDICO**

**A MIS PADRES**

**A MIS HERMANOS**

**A MI NOVIA ELCIRA**

**A MIS FAMILIARES**

**A MIS CUÑADOS**

**A MIS AMIGOS**

**MAURO**



### **AGRADECIMIENTOS :**

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos:

A el Presidente de Tesis, Nelson Cortina Tovar., I.A.M.S.

A La Universidad Tecnológica del Magdalena

A Luis Cabrales, I.A. M.S.

A Jorge Gadban, I.A.

A Miryam Bozón P.

A Mavis Viana de Rivas

A Victor García B.

A Alfonso Torres

A Orlando Molina

Y a todas aquellas personas que colaboraron en la realización de éste estudio.



# C O N T E N I D O

CAPITULO	PAG.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
III. MATERIALES Y METODOS	24
3.1. Materiales	
3.2. Métodos	
3.2.1. Diseño experimental, área de las parcelas y toma de muestras.	
3.2.2. Cálculos de las regresiones y correlaciones simples.	
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	29
4.1. Madurez fisiológica del maíz de acuerdo al contenido de humedad del cascarón.	
4.2. Madurez fisiológica del maíz, de acuerdo al contenido de humedad de la tusa.	
4.3. Madurez fisiológica del grano de acuerdo al contenido de humedad del mismo.	
V. CONCLUSIONES	61
VI. RESUMEN	65
SUMMARY	68
BIBLIOGRAFIA	71
APENDICE	



## INDICE DE LAS TABLAS

	PAG.
TABLA 1. Identificación de características y días promedios desde emergencia para los diferentes estados de crecimiento del maíz.	5
TABLA 2. Contenido de humedad del cascarón, tusa y grano en varios estados de madurez de la mazorca.	9
TABLA 3. Rendimiento en kilogramos/parcela de seis maíces ensayados en un block al azar en la Granja de la U.T.M. semestre 1976A (Area parcela experimental 20 metros cuadrados).	43



# INDICE DE FIGURAS

PAG.

FIGURA 1 y 2.	Líneas de regresión entre el contenido de humedad del cascarón y los días después de la fecundación de los maíces ICA V-106 e ICA H-210 (Según datos en las Tablas 1 y 2).	31
FIGURA 3 y 4.	Líneas de regresión entre el contenido de humedad del cascarón y los días después de la fecundación de los maíces Amarillo Magdalena y Diacol H-253 (según datos en las Tablas 1 y 2).	32
FIGURA 5 y 6	Líneas de regresión entre el contenido de humedad del cascarón y los días después de la fecundación de los maíces ICA H-154 e ICA H-207. (Según datos en las Tablas 1 y 2).	33
FIGURAS 7 y 8.	Líneas de regresión entre el contenido de humedad de la tusa y los días después de la fecundación de los maíces ICA V-106 e ICA H-210 (Datos en las Tablas 1 y 2).	37
FIGURA 9 y 10	Líneas de regresión entre el contenido de humedad de la tusa y los días después de la fecundación de los maíces Amarillo Magdalena y Diacol H-253 (según datos en las Tablas 1 y 2).	38
FIGURA 11 y 12.	Líneas de regresión entre el contenido de humedad de la tusa y los días después de la fecundación de los maíces ICA H-154 e ICA H-207. (Según datos en las Tablas 1 y 2).	39
FIGURA 13 y 14.	Líneas de regresión entre el contenido de humedad del grano y los días después de la fecundación de los maíces ICA - 106 e ICA H-210 (Según datos en las Tablas 1 y 2).	46



	PAG.
FIGURA 15 y 16. Línea de regresión entre el contenido de humedad del grano y los días - después de la fecundación de los maíces Amarillo Magdalena y Diacol H - 253 (Según datos en las tablas 1 y 2)	47
FIGURA 17 y 18. Líneas de regresión entre el contenido de humedad del grano y los días después de la fecundación de los maíces ICA H-154 e ICA H-207 (Según datos en las tablas 1 y 2).	48
FIGURA 19 Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en el grano de maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica.	51
FIGURA 20 Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en el grano de - maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica	52
FIGURA 21 Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en el grano de maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica	53
FIGURA 22 Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en la mazorca del maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica.	56
FIGURA 23 Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en la mazorca del maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica.	57
FIGURA 24 Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en la mazorca del maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica.	58



# INDICE APENDICE

	PAG.
TABLA 4. Porcentaje de humedad en el cascarón, la tusa y el grano de seis maices, durante seis semanas (desde la fecundación hasta la madurez fisiológica).	75
TABLA 5. Coeficientes de regresión, ecuación de las líneas de regresión, coeficientes de correlación y de determinación entre las características: Contenido de humedad del cascarón, tusa y grano vs. días después de la fecundación a madurez fisiológica de seis maices mejorados.	77
TABLA 6. Resultados del análisis de varianza del block al azar de seis maices sembrados en el semestre 1976A en la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena,	78
TABLA 7 -12. Cálculos de la regresión y correlación simple entre días después de la fecundación y el contenido de humedad del cascarón de la mazorca.	79-84
TABLA 13-18 Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad de la tusa de la mazorca.	85-90
TABLA 19-24. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del grano de la mazorca.	91-96



## I. INTRODUCCION

El maíz es una planta que tradicionalmente ha acompañado al hombre y pueblo americano, tanto en la agricultura que ellos, tesoneramente, han practicado como en la dieta alimenticia de los mismos y en la de sus animales domésticos.

El hombre tiene del maíz amplios y profundos conocimientos; no obstante, le interesa seguir conociendo lo que ocurre en las distintas etapas de su período vegetativo y cómo responde la planta a los diferentes estímulos del medio en donde es cultivada.

El período vegetativo comprendido entre la pistilación-polinización (fecundación) y la maduración de la mazorca o el grano; se ha estudiado mucho y reviste singular importancia, puesto que es la época en que se desarrolla la semilla, llamada por algunos "proceso o desarrollo reproductor". Al hombre le llama poderosamente la atención conocer en forma objetiva, cómo se ha formado la mazorca y el grano, lo mismo que adquirir la destreza y el conocimiento necesario para decidir en qué momento el grano alcanza o ha acumulado su máximo peso seco o sea la madurez fisiológica, esto con el fin, de levantar la cosecha del campo oportunamente y que esta pueda



garantizar las mayores utilidades tanto al cultivador como al consumidor.

El objetivo primordial de éste trabajo fué el de estudiar las distintas variaciones que ocurren en la mazorca y el grano de maíz después de la fecundación y el momento crítico en la madurez fisiológica del mismo; para tal efecto - fueron sembrados en el semestre A de 1976 en la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta, Colombia, seis maíces, cinco híbridos; ICA H-207, ICA H-210, Diacol H-253 e ICA H-154 y la variedad ICA V-106, que son maíces mejorados por el ICA y la variedad Amarillo Magdalena, cuyo mejoramiento genético lo ha emprendido la Universidad Tecnológica del Magdalena. Todos ellos se cultivan en forma comercial en la Costa Atlántica colombiana.





## II. REVISION DE LITERATURA

Sánchez (16) afirma que biológicamente la planta de maíz cumple su ciclo vegetativo a través de ciertas fases o estadíos, cada uno de los cuales tiene su propia respuesta - al ambiente y su propia relación con el rendimiento final.

Son muchos los investigadores que han identificado los diferentes períodos que se presentan en la planta de maíz, - pero con un criterio muy generalizado. Entre éstos merecen mencionarse a Hershey y Paddick citados por Sánchez (16), - quienes dividen el ciclo del cultivo en cinco fases o etapas que son:

- a) Crecimiento vegetativo temprano de siembra a diferenciación floral.
- b) Crecimiento vegetativo rápido desde una altura de la planta de 50 cm. a floración femenina.
- c) Polinización y fertilización.
- d) Producción de grano desde fertilización a máximo - peso seco.
- e) Maduración o secado de grano y tallo.

Berger (2) también presenta una descripción del ciclo de vida del maíz y considera tres períodos o estados principa



les con sus respectivos sub-períodos:

1. Período vegetativo que comprenden los sub-períodos.
  - a. De siembra a germinación
  - b. De germinación a floración masculina y femenina
2. Período de reproducción con los sub-períodos.
  - a. Polinización-fertilización
  - b. Producción de grano desde fertilización a máxima acumulación de materia seca
3. Período de maduración, que comprende secamiento de grano y tallo.

Hanway (9) ha estudiado y pormenorizado las diferentes etapas del maíz cuantificándolas en tal forma que su información sirve tanto para indicar el estado del cultivo en relación con las prácticas de campo como también para una mejor identificación de la planta con fines de muestreo.

Este mismo investigador, usa una escala o sistema numerado en la identificación de las diferentes etapas. Sánchez (16) presenta dicha escala ligeramente modificada (Tabla 1). En el presente estudio se trata de analizar las etapas que en la escala de Hanway van desde el valor cinco hasta el valor diez y que coinciden con el período denominado proceso o desarrollo reproductor, o sea, de floración, o aparición de



TABLA 1. Identificación de características y días promedios desde emergencia para los diferentes estados de crecimiento del maíz.

(Escala) Estado de Crecimiento	Días	Identificación de las características para usos de campo*
0	0	<u>Emergencia de la pántula.</u> La punta - del coleoptilo es visible en la super- ficie del suelo.
0.5	7	<u>Dos hojas completamente emergidas.</u>
1	14	<u>Cuatro hojas completamente emergidas.</u>
1.5	21	<u>Seis hojas completamente emergidas.</u>
2	28	<u>La octava hoja visible.</u> Las hojas 1 y 2 pueden haber muerto.
2.5	35	<u>La 10a. hoja es visible.</u> Las hojas 3 y 4 pueden haber muerto.
3.5	49	<u>La 14a. hoja es visible.</u>
4	56	<u>La 16a. hoja es visible.</u> La punta de muchas panojas es visible. Las hojas 5 y 6 pueden haber muerto.
5	66	<u>El 75% de plantas tienen estigmas visi- bles.</u> Hay emisión de pólen.



Continuación Tabla 1.

(Escala) Estado de Crecimiento	Días	Identificación de las características para usos de campo*
6	78	<u>Doce días después de la floración femenina.</u> Los granos empiezan a llenar.
7	90	<u>Veinte días después de la floración femenina.</u> Los granos en estado pastoso.
8	102	<u>Treinta y seis días después de la floración femenina.</u> Los granos continúan llenando, llenando; comienzan a endurecerse.
9	114	<u>Cuarenta y ocho días después de la floración femenina.</u> Los granos terminan de llenarse.
10	126	<u>Sesenta días después de la floración femenina.</u> Los granos alcanzan su madurez fisiológica.

\* La frase que describe la clave está subrayada.



los cabellos (estigmas) en la flor femenina hasta la formación completa o maduración de la semilla.

Según Hanway (9) los nutrientes N, P, K, Ca y Mg, son asimilados por la planta desde la etapa dos de su clasificación hasta la madurez. Además la asimilación es continua y rápida hasta la aparición de los cabellos (Estado 5), pero relativamente pequeña después de ésta época. Este mismo autor informa que doce días después de la fecundación, etapa 6, ocurre la traslocación de los nutrientes de toda la planta hacia el grano y continúa hasta que éste alcanza su madurez fisiológica.

En un estudio adelantado por Kiesselbach (11) en Nebraska en 1925, presentó una descripción de las diferentes etapas de desarrollo en la variedad de maíz Nebraska White Prize en base al contenido de humedad del cascarón, la tusa y el grano en cada etapa; esta descripción es la siguiente:

1. Estado lechoso; el contenido de humedad en el grano es muy alto, mientras que el endospermo tiene una consistencia tierna; el desarrollo del grano no es completo.
2. Secamiento precoz de la mazorca; en esta etapa, el



grano de maíz muestra un desarrollo completo y el endospermo muestra una consistencia cremosa.

3. Secamiento tardío de la mazorca; el grano tiene una apariencia de diente, mientras que el endospermo muestra una consistencia un poco más dura, estado "choclo".
4. Estado de diente, el grano de maíz muestra una forma de diente bastante endurecido, pero aún no ha cristalizado su contenido; en este momento en el grano hay la mayor pérdida de humedad.
5. Estado cristalino; en esta etapa el grano alcanza una mayor cristalización y endurecimiento. La humedad que no se había perdido en las anteriores etapas, ocurre ahora. El grano no está maduro aún, cede al introducirse la uña en su endospermo.
6. Estado maduro, el grano tiene y no cede fácilmente al introducirse la uña. La traslocación de los nutrientes al grano ha sido total.

En éste mismo trabajo Kiesselbach (11) anotaba los siguientes resultados, los que se pueden apreciar en la Tabla 2.



TABLA 2. Contenido de humedad del cascarón, tusa y grano en varios estados de madurez de la mazorca.

Estado de Desarrollo de la mazorca	Días después de aparición de los pistilos	No.de mazorcas en grupo	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
			Casca-rón.	Tusa	Grano
Estado lechoso	17	24	84	81	87
Secamiento precoz de la mazorca	24	20	74	67	75
Secamiento tardío de la mazorca	30	28	66	65	66
Estado de diente	37	30	57	62	56
Estado Cristalino	43	25	47	61	43
Estado Maduro	50	22	38	53	34

El mismo autor por medio de una secuencia fotográfica muestra los diferentes cambios que suceden en la forma y tamaño del grano del maíz hasta alcanzar la madurez. Para realizar lo anterior tomó muestras semanales al azar de 10 granos de maíz, a partir de la octava semana después de la formación de la mazorca, hasta la 15a. semana después de la formación de la misma.

Además, informa que el contenido de humedad del embrión,



endospermo y el pericarpio fué de 9.7, 84.3 y 6.0 por ciento, respectivamente, de la materia seca del grano cuando estuvo - maduro.

Correa (3) presentó un estudio sobre los principales pa sos que suceden después de ocurrir la fecundación en una plan ta de maíz. En lo correspondiente al cascarón, la tusa y el grano, afirma lo siguiente:

Etapa A. En esta primera etapa que corresponde a los - 15 días iniciales después de la fecundación, el crecimiento de la mazorca es acelerado, - los granos toman una forma de pequeñas bol - sas con agua; el cascarón y las hojas de la planta pasan de un color verde-amarillo, a - café claro o café oscuro, debido a la pérdi - da de humedad y muerte de la clorofila, la cual es remplazada por otros pigmentos; el aumento de tamaño de los granos es rápido.

Etapa B. O sea a la tercera semana después de la fecun dación, los granos presentan un estado lecho - so, aquí se obtiene lo que comunmente se lla - ma choclo. En este momento los granos pueden germinar pero dan lugar a plantas poco vigo



rosas. La planta alcanza su máxima altura.

Etapa C. Que ocurre de la cuarta a quinta semana después de la fecundación, la corona del grano (parte más ancha), se endurece, y la acumulación de peso seco en la tusa y los granos sigue en forma acelerada.

Etapa D. Sexta y séptima semana después de la fecundación, el embrión alcanza su madurez completa, lo mismo que el grano tiene su máximo peso seco, lo que es considerado como la madurez fisiológica del mismo.

Etapa E. O sea a la octava semana después de la fecundación, el peso seco del grano se estabiliza y la actividad fisiológica se reduce al mínimo. El contenido de humedad en la tusa y el grano disminuye hasta ponerse en equilibrio con el de la atmósfera.

Baker (1) adelantó un estudio para determinar la madurez fisiológica del grano. En él tuvo en cuenta la presencia de una "capa negra" que se forma en la base (ápice) del grano debido a que los nutrientes de la planta dejan de pasar



al mismo, cuando éste alcanza su máximo peso seco. Además - informa que la capa negra es originada por lo que inicialmente fueron células del tejido de la placenta que unía a cada uno de los granos con la tusa de la mazorca.

El hecho de que una vez que se forma la capa negra el grano deja de crecer, es considerado por algunos investigadores como indicio de la fecha en la cual está listo el maíz - para ser cosechado. También anota que no es recomendable - aplicarle al cultivo riego o fertilización porque sería desperdiciar estos elementos.

Este autor considera que con el creciente uso de las - normas de grados de temperaturas por día y otras medidas de calor que el suelo y la planta requieren, debiera existir un punto final de los grados de calor diarios.

Gilmore y Rogers (5) realizaron un estudio para medir la madurez fisiológica del maíz, considerando las Unidades de Calor que requiere una planta para llegar a los diferentes - estados de su período vegetativo y perfeccionar una fórmula - para calcular dichas Unidades de Calor. Para tal efecto sembraron 10 híbridos y 10 líneas endocriadas en cinco fechas - diferentes de siembra. El trabajo lo adelantaron en College



Station, Texas, en el año de 1956. Para el cálculo de las Unidades de Calor, emplearon la fórmula  $(\text{Mínimo} + \text{Máximo})/2 - 50^{\circ}\text{F}$  y, después de emplear 15 métodos diferentes, tomaron aquellas que se mantuvieron en forma similar y constante sin tener en cuenta las diferentes fechas de siembra, pero basándose en el valor de los respectivos coeficientes de variación.

Estos investigadores sugirieron el uso del término "grados efectivos", en vez de grados días, indicando que este método de grados efectivos es más adecuado para determinar acertadamente la madurez en el material genético en cualquier área y en cualquier año pudiéndose calcular la influencia de los demás factores ambientales en la madurez fisiológica del maíz.

Sánchez (16) definió las unidades de calor o grados-días efectivos de calor como la utilización de valores térmicos dentro de ciertos límites más allá de los cuales el crecimiento cesa, se retarda o es constante. También las define como los grados netos de calor que resultan luego de deducir el promedio de las temperaturas máximas y mínimas diarias, los términos de corrección dados, por una temperatura vital por debajo de la cual, el crecimiento cesa y, por cualquier excedente de temperatura máxima por encima del óptimo en el



cual se desarrolla el maíz. Este mismo autor indica que las temperaturas vitales para el desarrollo del maíz, fueron estimadas en 10 grados centígrados, como mínimo y 30 grados centígrados como máximo.

Hallauer y Russell (7) para estudiar los efectos de factores ambientales sobre la reducción de la humedad del grano desde la fecundación hasta la madurez fisiológica en maíz, utilizaron los híbridos originados de las líneas endocriadas B14 y Oh45, las cuales diferían en la fecha de polinización, siendo éstas conocidas y las diferentes ratas en la reducción del contenido de humedad del grano. Este trabajo fue adelantado en Iowa State University Agronomy Farm, en una rotación de cultivo de maíz-avena-soya, en los años de 1957 a 1959.

Estos investigadores en cada uno de los tres años en que realizaron el estudio, determinaron la rata de reducción de la humedad del grano desde los 40 días después de la fecundación hasta aproximadamente la madurez fisiológica y para estimar los efectos de seis factores ambientales seleccionados sobre la reducción de la humedad del grano desde la fecha de fecundación hasta la madurez fisiológica. Los factores ambientales fueron: evaporación por el aire; velocidad



del viento; humedad relativa; duración del día; precipitación y grados días o Unidades de Calor.

Según Hallauer y Russell (7) los coeficientes de regresión para la reducción de la humedad del grano, mostraron diferencias altamente significativas en los materiales ensayados, los valores de  $b$  estuvieron entre 0.50 a 0.64.

Los coeficientes de correlación simple y múltiple entre el contenido de humedad del grano y los grados efectivos de calor diario, fueron de una magnitud constantemente alta - más que los otros factores ambientales, éstos solo mostraron diferencias estadísticas al nivel de probabilidad del uno - por ciento a los 60 días después de la fecundación en los - tres años de ensayo.

Teniendo en cuenta el valor de las correlaciones simples, Hallauer y Russell afirman que la proporción de la variación de la humedad del grano de algunos factores es baja, en algunos casos no llega al 10 por ciento, por lo que su selección para determinar la madurez fisiológica tienen una importancia muy relativa.

Hallauer y Russell (8) continúan su información sobre los resultados de su estudio de la herencia de la madurez en



maíz; para esto, sembraron dos líneas endocriadas, H14 y Oh45, buscando aclarar la diferencia en la fecha de su duración y la humedad relativa en el grano cuando crecen en combinaciones híbridas. Este trabajo fué llevado a cabo en Ames Iowa, en los años de 1957 a 1959. Determinaron la madurez, la variación genética en las germinaciones intermedias, en base a los días desde la fecundación a la madurez, humedad del grano y peso del grano maduro del híbrido B14 x Oh45.

Estos investigadores definieron la madurez fisiológica como el tiempo necesario para que el grano alcance su máximo peso seco, y la expresaron en base al número de días transcurridos después de la aparición de los cabellos. Un promedio del material ensayado durante tres años de los cruces de las líneas B14 y Oh45 mostró que éstos alcanzaron la madurez aproximadamente a los 60 días después de la fecundación, con un contenido de humedad de 36.4 por ciento. También observaron los resultados de ocho cruces simples diferentes a los anteriores, incluidos en los últimos dos años de éste estudio cuya madurez se presentó aproximadamente a los 63 días, con un promedio de humedad en el grano de 34.6 por ciento. En todos los casos, los días transcurridos desde la aparición de los cabellos hasta la madurez, fué relativamente



constante entre año y año, mostrando poca variación entre las líneas paternas, sus respectivos híbridos simples y retrocruzas, lo que les indicó la transmisión de este carácter genético sin modificaciones. Para todos los materiales estudiados el intervalo del contenido de humedad en el grano estuvo entre el 28.8 a 39.8 por ciento. Estos investigadores consideraron que el contenido de humedad en el grano no es suficiente para indicar la madurez fisiológica en el maíz.

Crane y otros (4) llevaron a cabo un trabajo para determinar qué factores estaban asociados con la diferencia varietal en el promedio de secamiento del maíz en el campo; para esto sembraron los híbridos Hy x Oh49, I254 x 187-2, (Hy x Oh49) x (C103 x Oh45) y (I23 x R4) x (187-2 x Oh07).

Los factores que estudiaron fueron: el agua que pasa de la planta a la mazorca; el largo y ancho de las hojas del cascarón; el número de hojas del cascarón por mazorcas y el número de hojas del cascarón rajadas o cuarteadas; el largo de la caña que une la mazorca a la planta; largo y redondez de la mazorca; presión de la difusión osmótica del grano y permeabilidad del pericarpio. Afirman además que algunos de los anteriores caracteres no presentaron asociación con las diferencias varietales en el promedio de secamiento del mate



rial estudiado.

Según Crane y otros, la presión de la difusión osmótica del grano estuvo asociado con bajo secamiento y la permeabilidad del pericarpio con rápido secamiento.

Purdy y Crane (14) en un trabajo adelantado en la Universidad de Purdue, Lafayette, Indiana, en el año de 1964 y 1965, removiéndolo el pericarpio en los granos de maíces híbridos de secamiento rápido y lento, solo encontraron que la presión atmosférica y la permeabilidad del pericarpio tenían alguna significancia en la velocidad de secamiento del maíz. Estos investigadores en base a su estudio bastante detallado, concluyeron que el híbrido de más rápida rata de secamiento, tenía el pericarpio más permeable y menos grueso, mientras que el híbrido de más baja rata de secamiento mostró el pericarpio menos permeable y más grueso. Esto sugiere que la diferencia en la velocidad con que pierden agua los maíces está relacionado más bien con la estructura física del pericarpio y no con los procesos metabólicos que se suceden dentro del grano.

Purdy y Crane (15) en un segundo estudio adelantado con el fin de determinar la herencia de la velocidad de secamiento en el maíz en la fase de maduración fisiológica, -



empleando tres líneas endocriadas de rápido secamiento (B14, Oh07 y CI90A) y tres líneas endocriadas de lento secamiento (CI03, Oh45 y P8). Tanto los padres, las  $F_1S$ ,  $F_2S$ , y las retrocruzas las sembraron en la Granja de la Universidad de Purdue, Lafayette, Indiana, en 1964 y 1965, en un diseño de block completamente al azar.

Estos investigadores registraron los valores de las correlaciones entre velocidad de secamiento sin ajustar versus fecha de aparición de los cabellos, peso de la mazorca al secar y contenido de humedad del grano. También presentan los resultados de las correlaciones entre los valores de la rata de secamiento ajustado versus las tres características arriba mencionadas, excepto la correlación para la rata de secamiento no ajustada que no mostró ninguna significancia, todas las demás fueron significativas al uno por ciento de probabilidad y mostraron valores negativos; sin embargo, dichos valores no determinaron una asociación entre la velocidad de secamiento rápido con el bajo contenido de humedad.

Gunn y Christensen (6) adelantaron un estudio para determinar la relación de madurez entre híbridos precoces e híbridos tardíos, seleccionaron 98 híbridos, dentro de éstos influyeron una colección de híbridos cuya madurez era



conocida. Este trabajo fué realizado en Redwood Falls, Minn. y Dayton, Iowa en los años de 1964 y 1964. Calcularon los coeficientes de regresión, correlación y de determinación existentes entre la madurez fisiológica del grano entre los distintos híbridos versus las unidades efectivas de calor, para completar dicha madurez. También midieron el porcentaje de humedad del grano al momento de la cosecha, estimando cual era el contenido óptimo para recibir la realización de ésta.

Igualmente registraron que los híbridos precoces requieren menos grados efectivos de calor que los tardíos, para el desarrollo de todos los estados y partes de la planta, lo mismo que el aporte de menor contenido de humedad al momento de la cosecha, encontraron que los híbridos precoces maduraron con una diferencia de 25 días antes de que lo hicieran los híbridos tardíos, después de ocurrir la fecundación.

Posteriormente observaron que la madurez fisiológica aumenta con un valor para el coeficiente de regresión  $b = -0.58$  por cada incremento de 10 grados efectivos de calor diarios; las correlaciones fueron altamente significativas y negativas, ( $r = -0.59$ ) entre grados efectivos de calor a



partir de la fecundación versos peso del grano a los 30 días después de ocurrir ésta. El coeficiente de determinación en la generalidad de los casos fué mayor del 90 por ciento que según (6) indica la alta proporción de la madurez fisiológica en los híbridos debida a los grados efectivos de calor.

De acuerdo a los resultados encontrados en el estudio, Gunn y Christensen (6) afirman que la madurez ocurría en los híbridos precoces entre los 110 a 125 días después de la siembra y a los 60 días después de la fecundación o sea entre - 1292 a 1367 Unidades de Calor para éste último período. Otra información de éstos autores correspondiente al contenido de humedad en el grano relacionada con la madurez fisiológica - del mismo, indica que ésta ocurrió cuando el promedio era de 43.2 por ciento con una amplitud o intervalo entre 38.5 por ciento a 47.5 por ciento de contenido de humedad en el grano.

Pérez (13) anotó que los maíces híbridos tardíos son - generalmente más rendidores que los híbridos precoces o medio precoces; sin embargo éstos híbridos tardíos, tienen a menudo un alto contenido de humedad con poco tiempo para secamiento en el campo, por lo cual traen pérdidas en aquellas regiones en condiciones de tiempo adversas. Es por consiguiente de gran importancia conocer cuál o cuáles son los -



factores que regulan el contenido de humedad del grano, el contenido de materia seca del mismo o la rata de secamiento de maíz en el campo, con el fin de buscar líneas o híbridos de maíz de buen rendimiento y además de rápido secamiento.

Hillson y Penny (10) para observar la acumulación de materia seca y la humedad perdida durante la maduración del grano de maíz, sembraron todos los cruces simples posibles de las líneas endocriadas B14, 38-11, C.I.187-2, C103, Hy, y Oh45. Este trabajo fué realizado en la Granja de la Universidad del Estado de Iowa, en el año de 1961. Estos investigadores afirman que los cruces de la línea endocriada 38-11 mostraron un efecto dominante sobre los de las otras líneas en el promedio de humedad perdida, porque los coeficientes de ésta humedad perdida en sus cruces, siempre, fueron altos al ser comparados mostrando un efecto dominante sobre la línea endocriada Hy.

El coeficiente de regresión para los cruces de líneas de rápido secamiento, B14, 38-11, y C.I.187-2 con Hy fué de 0.44; además afirman que éste coeficiente de regresión fué mayor que el de los cruces similares incluyendo C103 y Oh45 cuyos valores de  $b$  fueron de 0.39 y 0.33, respectivamente.



De acuerdo a los resultados encontrados en su estudio, informan que el contenido de humedad de todos los cruces de las líneas de lento secamiento y rápido secamiento cuando alcanzaron el 95 por ciento de su madurez fisiológica o sea a los 56 días después de la fecundación fué de 32.6 por ciento y 32.5 por ciento, respectivamente.





### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Materiales

Cuatro híbridos dobles comerciales: ICA H-154,- ICA H-207, ICA H-210, Diacol H-253 y dos variedades: ICA V-106 y Amarillo Magdalena, fueron sembrados en los terrenos de la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena (Santa Marta, - Colombia) ubicada a  $74^{\circ} 07'$  de longitud Oeste y a los  $11^{\circ} 11'$  y  $11^{\circ} 15'$  de longitud Norte, situada a una altura de siete metros sobre el nivel - del mar; una temperatura promedio anual de 28.6 grados centígrados, con una humedad relativa de 74.76 por ciento y una precipitación anual de 674 mm., tomado de Parra y Carrillo (12). La - temperatura mínima promedio de los cuatro meses de establecimiento del cultivo fué de  $25.4^{\circ}\text{C}$  y una temperatura máxima de  $32.2^{\circ}\text{C}$ , estos datos fueron tomados en la Estación Meteorológica de la - Universidad Tecnológica del Magdalena. Con estas temperaturas máximas y mínimas se calcularon las Unidades de Calor diarias y el total de horas acumuladas ocurridas durante el período va



getativo del cultivo; para ésto se aplicó la fórmula propuesta por Gilmore y Rogers (5) que es la siguiente:

$$U.C. = \frac{\text{Ta.min. arriba } 10^{\circ}\text{C} + \text{de } 10^{\circ}\text{C} + \text{Ta.Máx} - 10^{\circ}\text{C} + \text{Ta.Máx.arriba } 30^{\circ}\text{C}}{2}$$

Las Unidades de Calor o grados efectivos de calor - diarios, fueron en promedio 16.7 para una acumulación total de 2.237.8 en 134 días que demoró el cultivo.

En donde :

U.C. = Unidades de Calor o grados efectivos diarios de calor.

$10^{\circ}\text{C}$  = Temperatura mínima por debajo de la cual no desarrolla bien el maíz.

$30^{\circ}\text{C}$  = Temperatura máxima por encima de la cual no desarrolla bien el maíz.

Ta. Min. = Temperatura Mínima.

Ta. Máx. = Temperatura Máxima.

### 3.2. Métodos

3.2.1. Diseño Experimental, Área de las parcelas y toma de muestras.

Las siembras se realizaron el cuatro de abril en un diseño de bloques al azar con cuatro re



plicaciones y seis tratamientos. Cada tratamiento constaba de seis surcos; cada uno tenía 10 sitios, cada sitio con tres plantas. La distancia entre surco fué de un metro, lo mismo que la distancia entre planta. El área de la parcela experimental, para objeto de conversión de rendimiento por hectárea, fué de 20 metros cuadrados.

Dos semanas después de la aparición de los cabellos e (pistilos) en la flor femenina, se procedió a tomar las muestras en la siguiente forma:

Del primero y quinto surco se tomaban dos mazorcas y de ellas se obtenían 10 granos escogidos al azar, los que eran tratados con Ki-lol para conservarlos; luego se ordenaban y se adherían a una lámina especial con esmal-te transparente, con el fin de observar las diferencias semana a semana en el desarrollo del grano de los distintos maíces.

La otra mazorca se conservaba en una nevera a 4°C con el objeto de observar y medir las



diferencias que ocurren de semana a semana - en los seis maíces.

Tanto a las láminas que muestran las diferentes etapas de desarrollo de los granos de maíz, como a las mazorcas tomadas cada semana después de la aparición de los cabellos - en la flor femenina de la planta y conservadas a bajas temperaturas, se les tomó una serie de fotografías.

De los surcos segundo y tercero, se tomó el total de las mazorcas al final de la octava semana de iniciada la recogida de las muestras en las parcelas experimentales, con el fin de medir el rendimiento por hectárea y adelantar los análisis de variancia y pruebas estadísticas requeridas, teniendo en cuenta el contenido de humedad natural de los granos.

### 3.2.2. Cálculos de las regresiones y correlaciones simples:

Después de hechos los análisis de laboratorios, se procedió a calcular las regresiones



simples, para lo cual se consideró como variable independiente en todos los casos, los días transcurridos después de la aparición de los cabellos en la flor femenina y como variable dependiente, el contenido de humedad del cascarón, tusa y grano dado en porcentajes.

Con los coeficientes de correlación se busca conocer el grado de asociación o relación de las características siguientes:

- a. Días después de la fecundación vs. contenido de humedad del cascarón.
- b. Días después de la fecundación vs. contenido de humedad de la tusa,
- c. Días después de la fecundación vs. contenido de humedad del grano.

También se calcularon los coeficientes de determinación a fin de medir cuantitativamente la dependencia de la madurez fisiológica del grano y de la mazorca en relación con los días transcurridos después de la fecundación de la flor femenina.



#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. Madurez fisiológica del maíz de acuerdo al contenido de humedad del cascarón.

Una de las características que se midió para determinar las diferentes etapas de desarrollo de la mazorca de la planta de maíz y la época crítica de la madurez fisiológica del grano, fué el contenido de humedad del cascarón o cubierta de la mazorca.

Si el contenido de humedad en el cascarón fuera un índice para determinar la precocidad del maíz, sería el híbrido ICA H-210 el más precoz, puesto que en la sexta semana de muestreo, o sea, a los 50 días después de ocurrir la fecundación, mostró un 16.30 por ciento de humedad, seguido por la variedad ICA V-106, con 18.46 por ciento; los otros maíces resultaron con contenido de humedad por encima del 21 por ciento (Tabla 4 apéndice).

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Kieselbach (11), quien a los 17 y 50 días después de la fecundación observó contenidos de humedad de 84. y 38 por ciento en el cascarón, respectivamente.

En todos los maíces, pero en forma más notable en el



híbrido ICA H-210 se observó que a la altura de la sexta semana de muestreo, el cascarón mostraba todas sus partes secas, mientras que tanto en la tusa como en el grano, se apreciaba un contenido de humedad superior a la del cascarón; consecuentemente esto indica que no existe correlación entre éstas características. (Tabla 4 apéndice).

En los seis maíces estudiados, se observó la tendencia decreciente de la línea de regresión ( Fig. de 1 a 6), debido al valor negativo del coeficiente de regresión  $b$  (Tabla 5 apéndice), esto indica que existe una estrecha dependencia entre la disminución del contenido de humedad del cascarón y los días transcurridos después de la fecundación; se considera que ésto ocurre cuando aparecen flores femeninas, los estigmas o cabellos.

La fecundación se presentó casi sin variación en los maíces, puesto que en el 50 por ciento de las flores femeninas aparecieron los cabellos entre los 14 y 17 días y en este momento el cascarón tenía un contenido promedio de humedad del 74 por ciento ( Tabla 4 apéndice).

La estrecha asociación que mostraban los maíces, medida



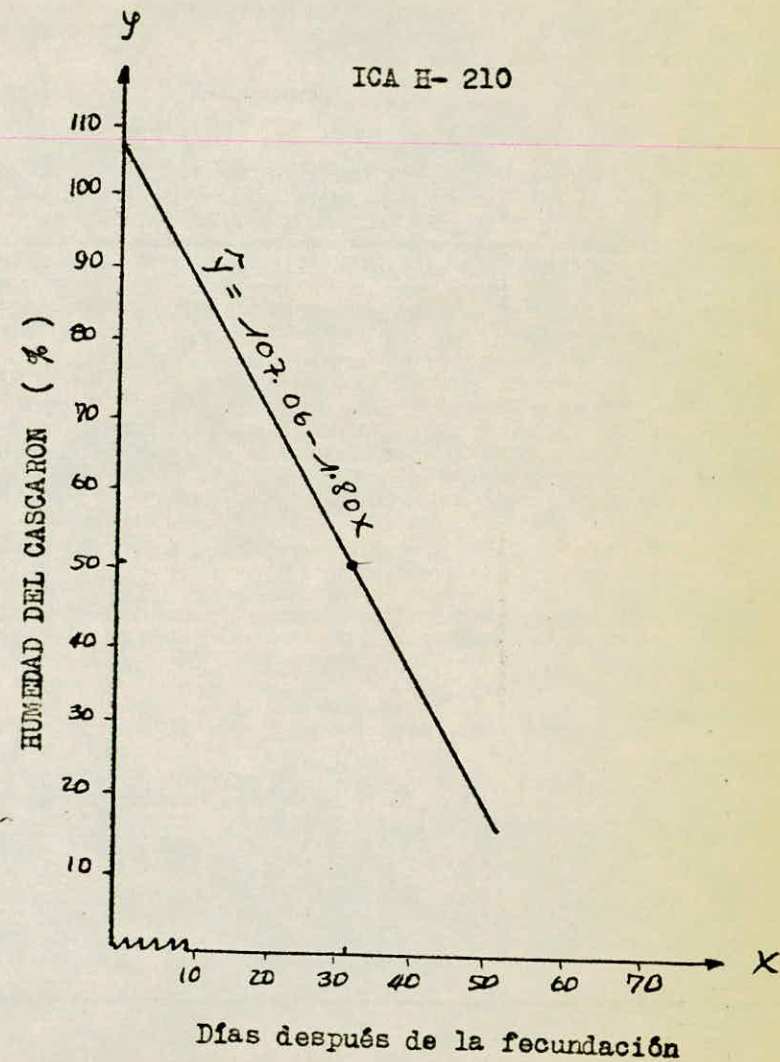
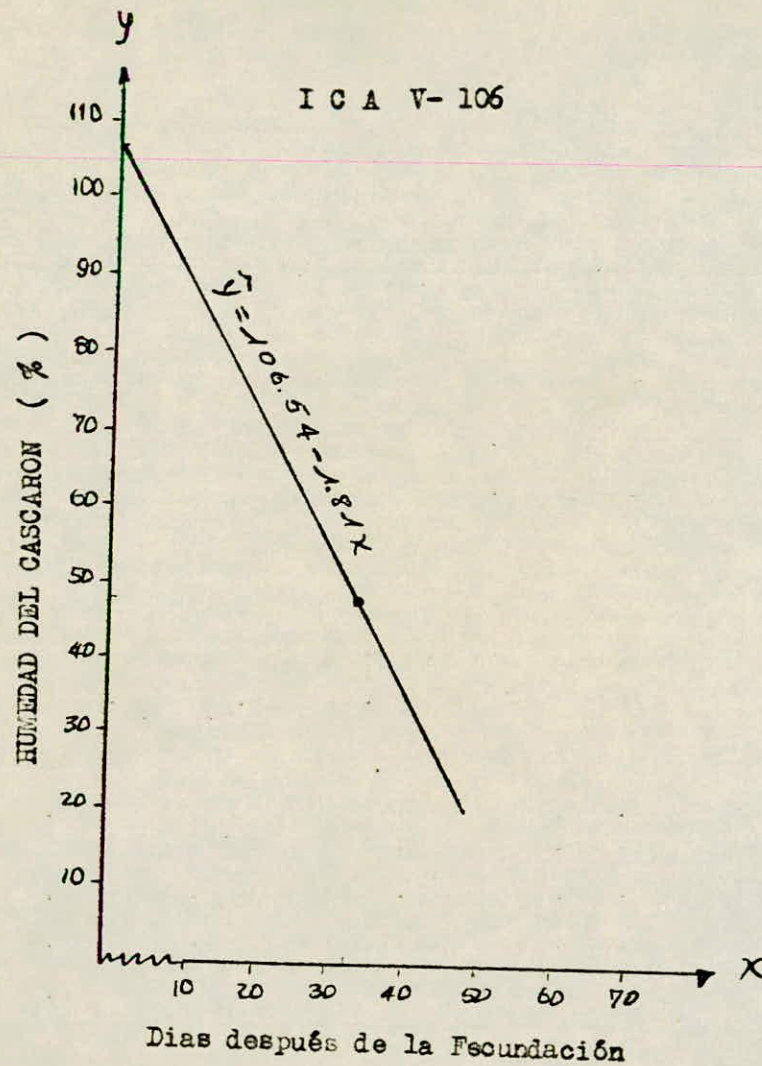


Figura 1.y 2. Líneas de regresión entre el contenido de humedad del Cascarón y los días después de la fecundación de los maíces ICA V-106 e ICA H-210.





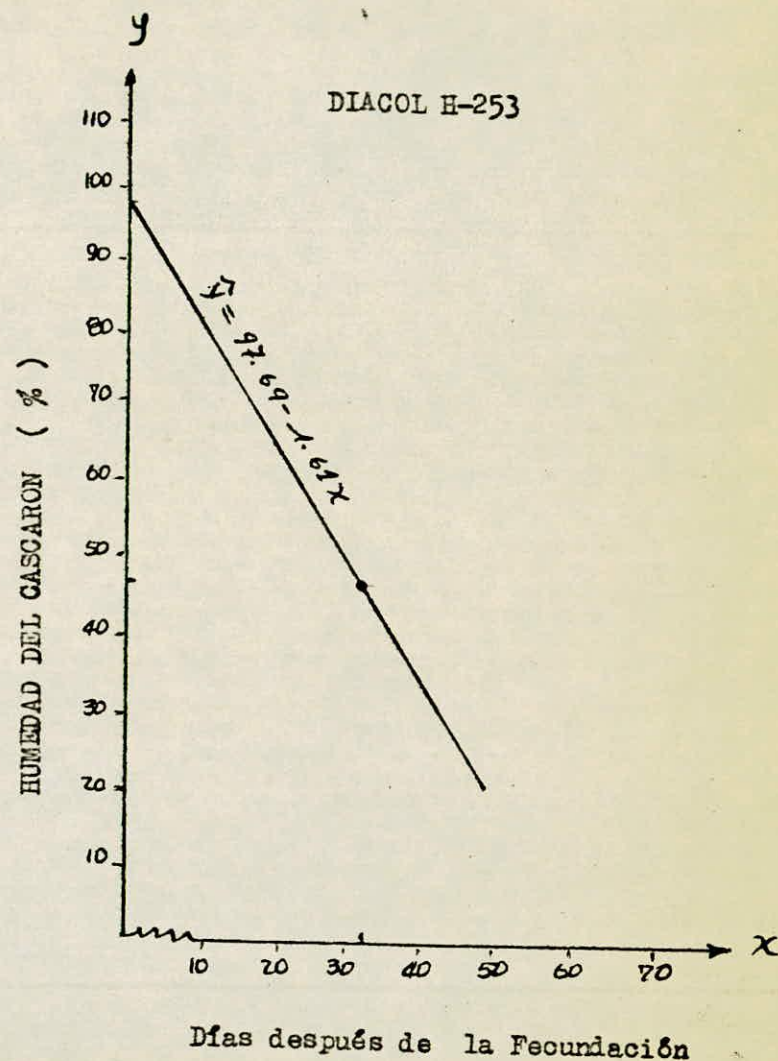
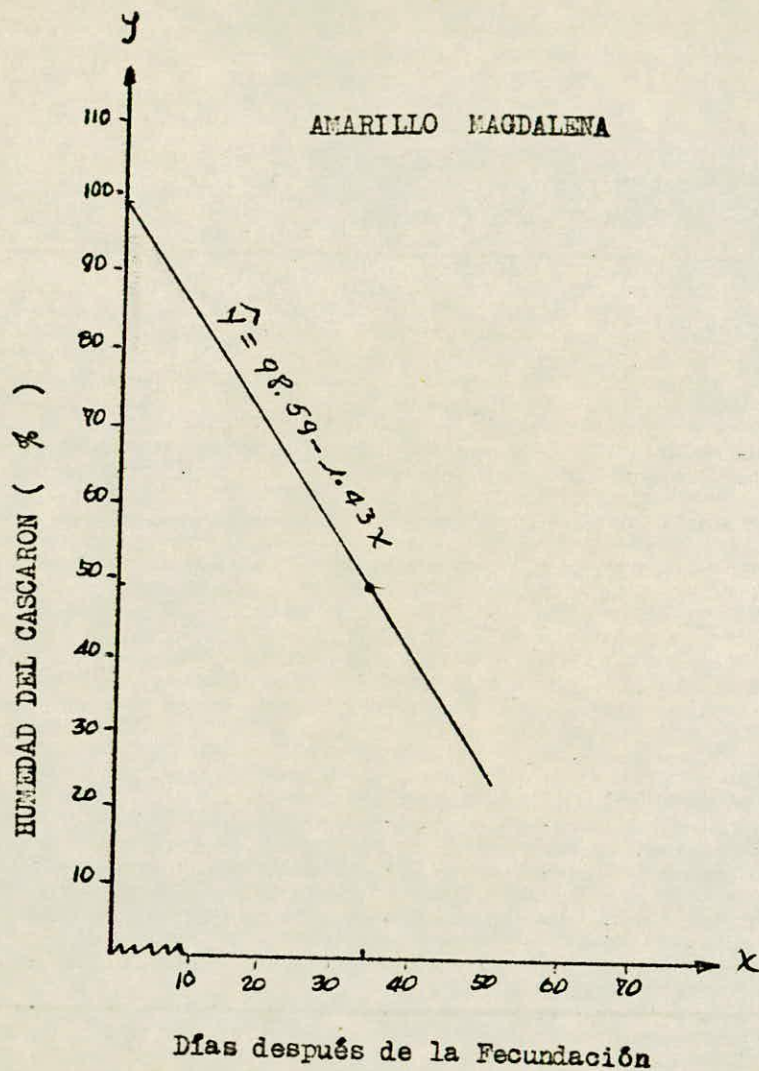


Figura 3 y 4. Líneas de regresión entre el contenido de humedad del Cascarón y los días después de la fecundación de los maíces AMARILLO MAGDALENA Y DIACOL H-253.



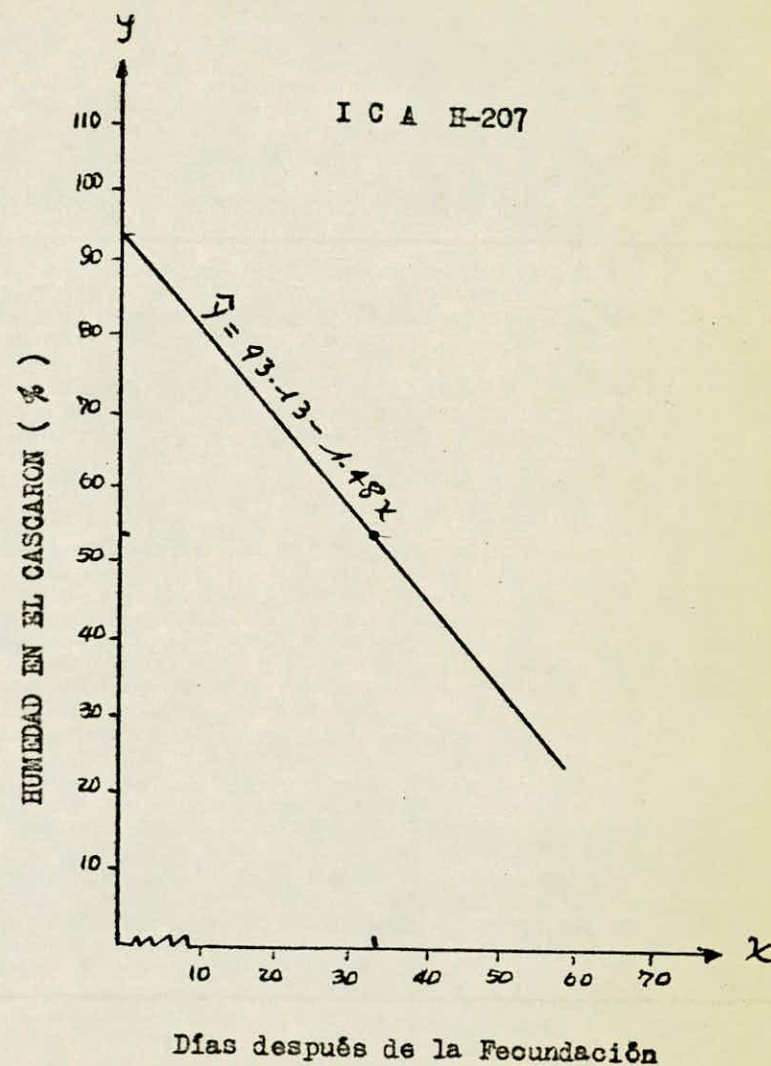
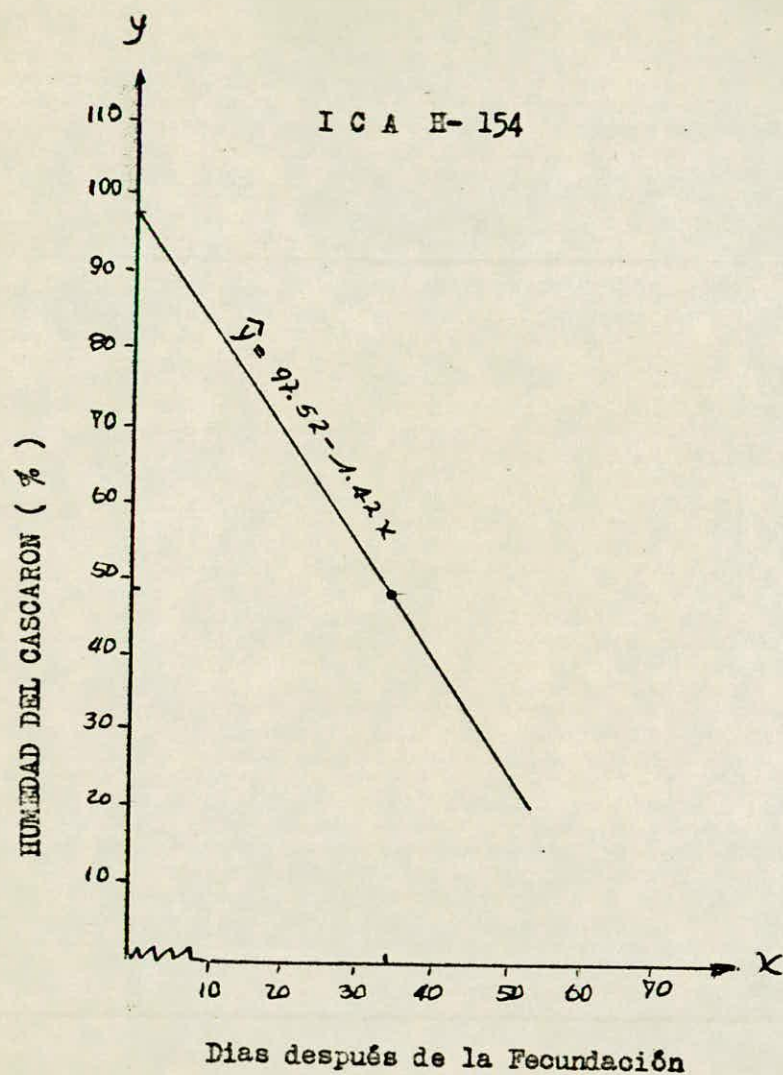


Figura 5 y 6. Líneas de regresión entre el contenido de humedad del cascarón y los días después de la fecundación de los maíces ICA H-154 e ICA H-207.



por los coeficientes de correlación ( $r$ ), entre el contenido de humedad del cascarón vs. los días transcurridos después de la fecundación fueron altamente significativos. A medida que la humedad de la planta aumenta, después de ocurrida la fecundación el cascarón pierde rápidamente la humedad; los valores de  $r$  estuvieron entre -0.97 y -0.98 para los diferentes maíces; como se puede ver, responden a una correlación perfecta y negativa. Al calcular los coeficientes de determinación ( $r^2$ ), se encontró que éstos valores fluctuaron entre el 94 y el 96 por ciento, es decir, que estos son los porcentajes que indican que la pérdida de humedad en el cascarón depende del avance en la edad de la planta del maíz.

Los valores anteriores corresponden a los efectos totales de los factores ambientales sobre la planta; según Gunn y Christensen (6) y Gilmore y Rogers (5), los grados efectivos de calor determinan o pueden servir para predecir la madurez fisiológica en la planta del maíz. Sánchez (16) midió la cantidad de Unidades Efectivas de Calor requeridas por el cultivo en la etapa de siembra a floración, pero en su trabajo informa que tomó datos



hasta los 121 días que duró dicho cultivo, encontró que éste requería 17.3 Unidades de Calor diarias para un total de 2.093.3. Este resultado es muy semejante al encontrado para los maíces estudiados en el presente trabajo que fue de 2.237.8 Unidades de Calor en 134 días - con una intensidad diaria de 16.7 Unidades de Calor.

#### 4.2. Madurez fisiológica del maíz en base al contenido de humedad de la tusa.

En la **Tabla** 4 del apéndice, se observa que los maíces - mostraron algunas diferencias respecto al contenido de humedad de la tusa. En la primera semana después de la fecundación, la variedad Amarillo Magdalena tenía un contenido de humedad de 70.24 por ciento, mientras que ICA V-106, mostraba un 79.00 por ciento de humedad en la tusa, siendo éste el mayor valor en los seis maíces; no obstante, ICA V-106, a partir de la tercera semana - después de la fecundación muestra un contenido de humedad inferior a los otros maíces comparados.

En las muestras tomadas a la sexta semana después de la fecundación (Tabla 4 apéndice), las variedades mostraron un contenido variable de humedad. El híbrido ICA H-154



mostró el menor contenido de humedad en la tusa (25%); - la variedad Amarillo Magdalena, mostró un 38.56 por ciento de humedad en la tusa, mientras que los demás maíces mostraron un contenido de humedad por encima del 41 por ciento, y el más alto valor se observó en la variedad ICA V-106 con 46.87 por ciento. Estos resultados están de acuerdo con los registrados por Kiesselbach (11) exceptuando el mostrado por ICA H-154 de contenido de humedad relativamente bajo.

Se observa que los valores de  $a$  o sea el valor de  $Y$  cuando  $X$  vale  $0$ , es menor en la tusa que en los correspondientes al cascarón y el grano; es decir, la humedad inicial en la tusa es menor, lo cual influye significativamente en la ecuación de la recta (Tabla 5 apéndice y figuras correspondientes a las tres características).

En la <sup>T</sup>tabla 5 del apéndice, se observó que la pérdida de humedad en la tusa, se inicia inmediatamente después de que ocurre la fecundación, puesto que desde la primera muestra hasta la sexta, la tendencia es marcada por una pérdida progresiva, el coeficiente de regresión ( $b$ ), es negativo y fluctúa entre los valores  $b=-1.36$  a  $b=-0.84$  en los seis maíces. Las figuras 7 a 12 correspondien-



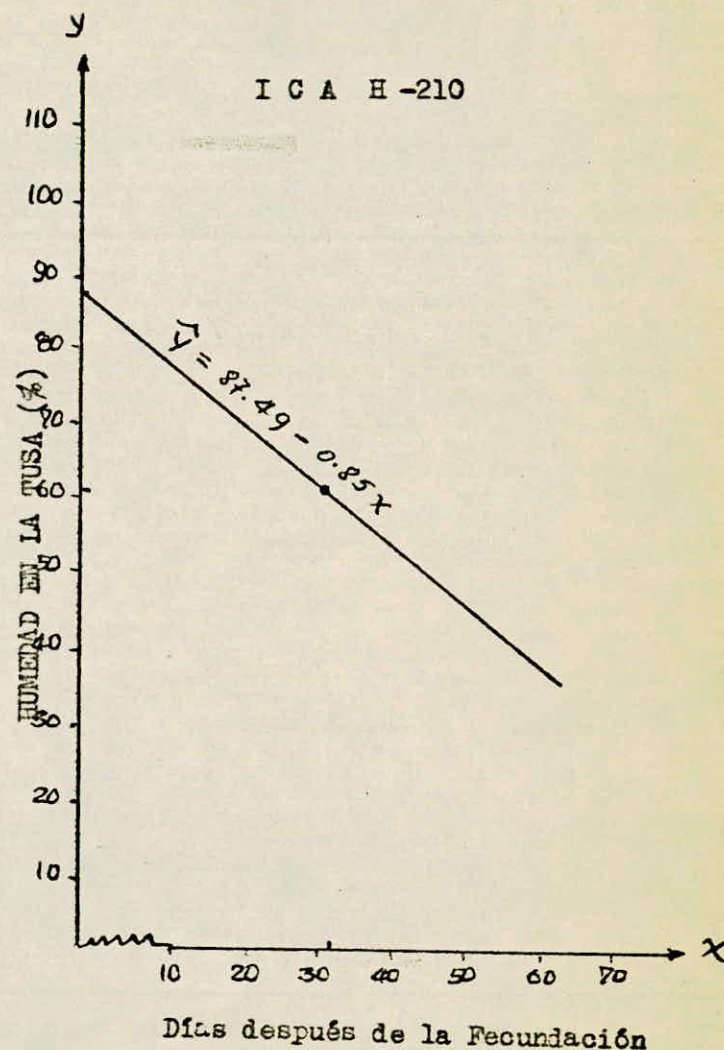
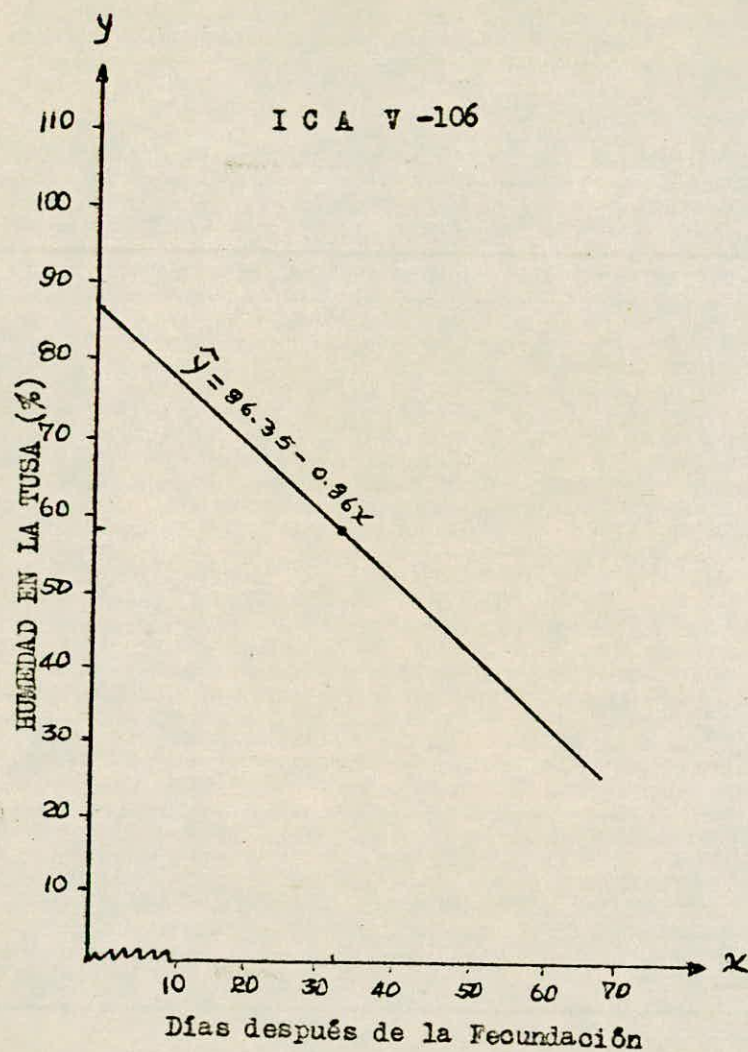


Figura 7 y 8. Líneas de regresión entre el contenido de humedad de la tusa y los días después de la fecundación de los maíces ICA V-106 e ICA H-210.





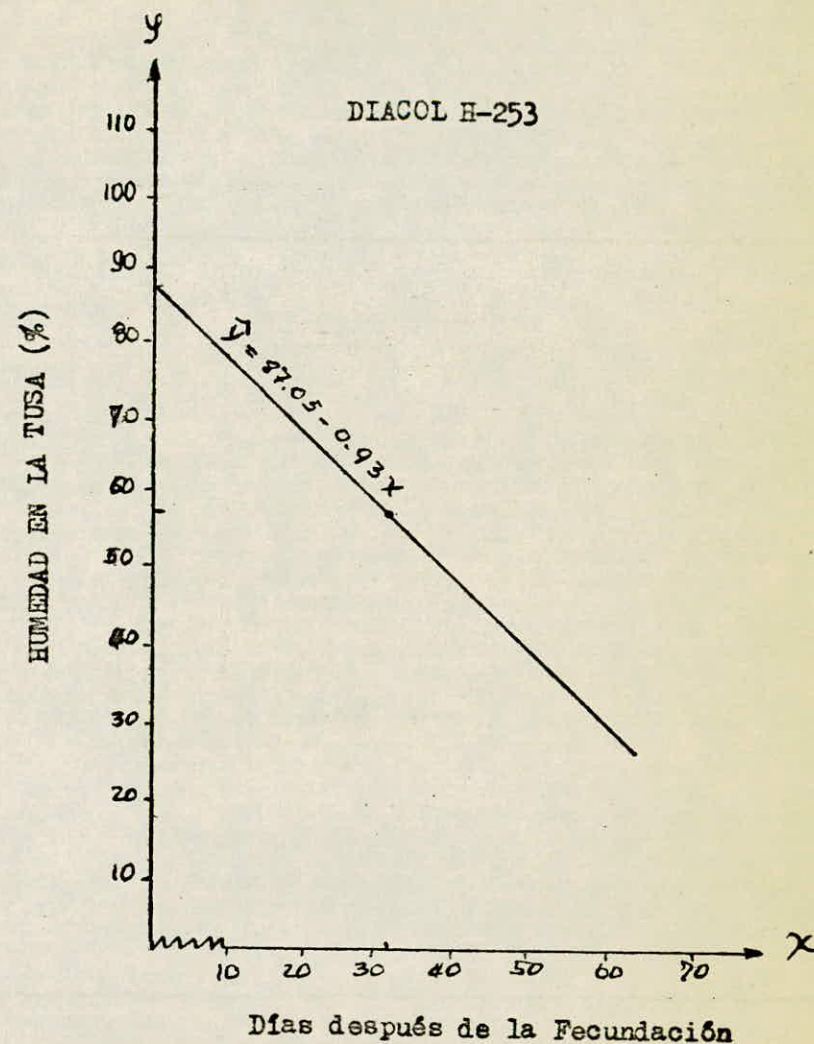
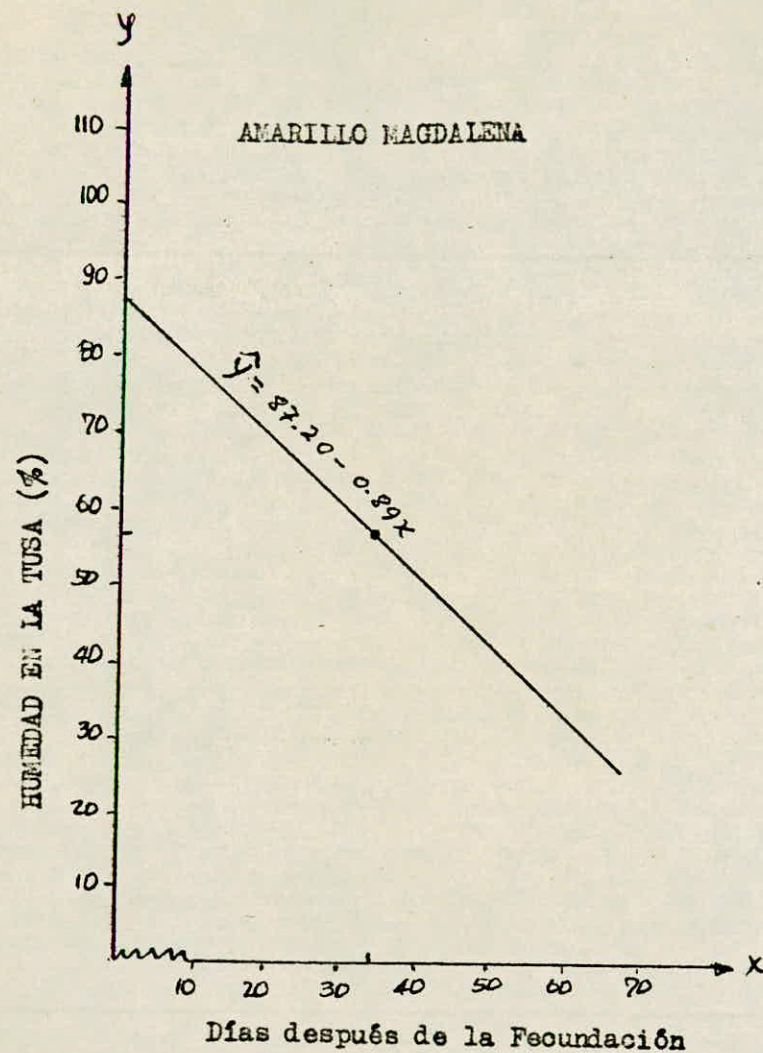


Figura 9 y 10. Líneas de regresión entre el contenido de humedad de la tusa y los días después de la fecundación de los maíces AMARILLO MAGDALENA Y DIACOL H-253.



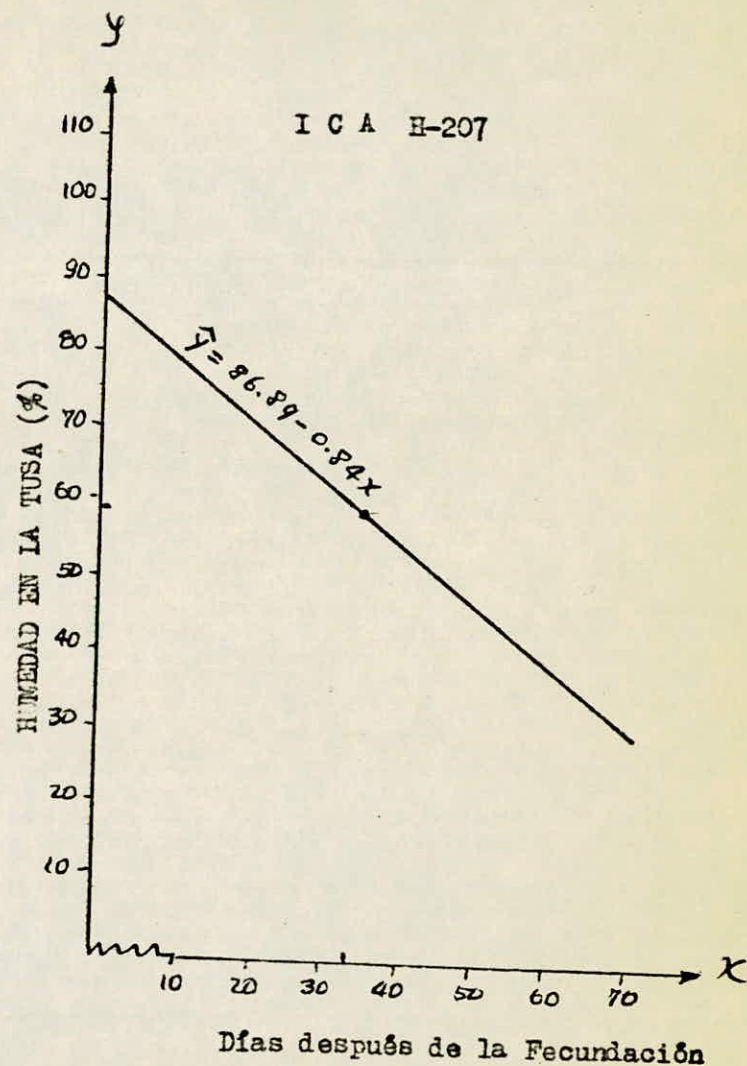
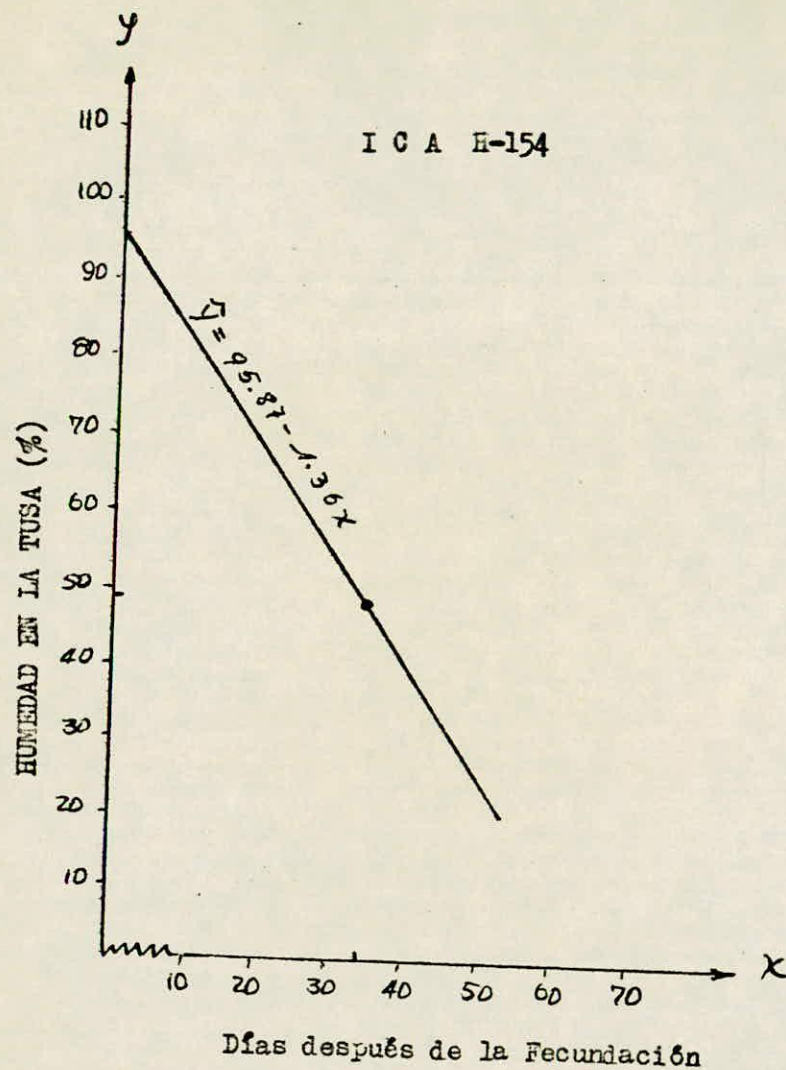


Figura 11 y 12. Líneas de regresión entre el contenido de humedad de la tusa y los días después de la fecundación de los maíces ICA H-154 e ICA H-207.



tes a las ecuaciones de la línea de regresión del contenido de humedad en la tusa, respecto a los días transcurridos desde la fecundación hasta la cosecha, mostraron que la línea se orienta en forma negativa, indicando - que la unidad es inversamente proporcional a los días - que transcurren después de la fecundación en el maíz.

Lo anterior, es confirmado por las correlaciones calculadas en base a los resultados; los valores de  $r$  se - muestran en la Tabla 5 del apéndice y se aprecia que se aproximan a -1, lo que indica que corresponden a correlaciones perfectas y negativas; en consecuencia existe una estrecha asociación entre la pérdida de humedad de la tusa y los días transcurridos después de la fecundación.

#### 4.3. Madurez fisiológica del grano de maíz, en base al contenido de humedad del mismo.

Al estudiar los resultados de la Tabla 4, se puede observar que los maíces no muestran una diferencia apreciable en las pérdidas de humedad en las tres primeras semanas de muestreo. Esta diferencia se hace notable a partir de la cuarta semana en adelante, en donde los



maíces registraron cada uno suprecocidad respecto a la pérdida de humedad, condición que se considera como una característica genética según Purdy y Crane (15) y Hallauer y Russell (8) y son las variedades ICA V-106 y Amarillo Magdalena, las que muestran marcadamente esta precocidad, con una humedad del 26 por ciento en el grano con excepción del híbrido Diacol H-253, cuya humedad fué aproximadamente del 28 por ciento en el grano; los demás maíces mostraron una humedad en el grano por encima del 34 por ciento en la sexta semana de muestreo. Según Gunn y Christensen (6) y Pérez (13) los híbridos tardíos son más rendidores que los híbridos precoces, pero éstos últimos tienen menos contenido de humedad al cosecharlos, lo que es desventaja para los híbridos tardíos cuando tienen que sembrarse en condiciones en donde disponen de poco tiempo para secamiento en el campo.

En este estudio se observó que algunos granos de maíz de los conservados a 4 °C en la nevera germinaron a la tercera semana después de la fecundación, hechos semejantes los había registrado Correa (3), sin embargo, esto no es indicativo de madurez fisiológica en el grano, puesto que en esos momentos la humedad en el mismo es bastante



te alta y el endospermo está en condición lechosa, podría indicar que el embrión está apto o en condición de germinar y dar origen a planta, que según Correa (3), - son poco vigorosas.

Antes de la cosecha de los seis maíces, se observó en ellos si existía o no la presencia de una "capa negra", que según Baker (1) era un indicativo de madurez fisiológica. Aproximadamente a los 60 días después de la aparición de las barbas, se observó en los granos de todos los maíces la capa negra y para ésta fecha fue cosechado el maíz, teniendo en cuenta también que es el tiempo que deja transcurrir el cultivador costeño de maíz para realizar la cosecha de su cultivo. El total de mazorca de los surcos se desgranó después y pesó (datos en la tabla 3), luego se hicieron los análisis estadísticos correspondiente a estos resultados, buscando comparar el rendimiento de los seis maíces. Para ésta fecha los maíces tenían un contenido de humedad que oscilaba entre el 20 y 30 por ciento; para efecto de adelantar los análisis, se consideró una humedad promedia del 25 por ciento en todas las muestras.

Gunn y Christensen (6) registraron valores altos para



**TABLA 3. Rendimiento en kilogramos por parcela de seis maíces ensayados en un block al azar en la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena. Semestre 1976A (área parcela experimental 20 metros cuadrados).**

No. TRAT.	TRATAMIENTO	<u>R E P L I C A C I O N E S</u>				TOT.	PROM.
		I	II	III	IV		
1	Diacol H-253	8.50	8.38	8.38	8.38	33.34	8.34
2	ICA H-207	8.50	8.00	8.50	8.25	33.25	8.30
3	ICA H-210	8.25	8.25	8.00	8.25	32.75	8.19
4	ICA H-154	6.69	7.00	6.69	6.38	26.76	6.68
5	Amarillo Magdalena	5.88	6.00	6.00	6.25	24.13	6.03
6	ICA V-106	5.75	5.90	5.75	5.88	23.28	5.82
<b>TOTAL</b>		<b>43.57</b>	<b>43.53</b>	<b>43.32</b>	<b>43.39</b>	<b>173.51</b>	<b>43.36</b>



las correlaciones entre las Unidades de Calor o grados efectivos de calor vs. días después de la fecundación y contenido de humedad de la mazorca. Afirman que los valores de los coeficientes de determinación estimados - estuvieron por encima del 90 por ciento; en la tabla 5 del apéndice se puede apreciar que los valores encontrados en los seis maíces estudiados para dicha característica son muy semejantes a los de Gunn y Christensen (6).

En la Tabla 3, se muestran los resultados en kilogramos por parcela experimental de 20 metros cuadrados de los seis maíces estudiados. Estos maíces se cosecharon a los 60 días después de la fecundación y con un contenido promedio de humedad en el grano de 25 por ciento. - Llevando éstos resultados a toneladas por hectáreas, se puede apreciar la diferencia que hubo entre los maíces; los híbridos Diacol H-253, ICA H-207 e ICA H-210 en su orden mostraron los más altos rendimientos los que estuvieron por encima de las cuatro toneladas, mientras que el Híbrido ICA H-154 y las variedades Amarillo Magdalena e ICA V-106, rindieron 3.3, 3.0 y 2.9 toneladas por hectáreas, respectivamente. Estos resultados confirman lo registrado por Gunn y Christensen (6) y Pérez (13) al



comparar los híbridos tardíos con los precoces, en este caso los tres primeros son maíces para el segundo piso-térmico y posiblemente su alto rendimiento se debe al alto contenido de humedad en el grano, puesto que el tiempo de permanencia en el campo no fué lo suficiente para secarlos.

En la **T**tabla 6 del apéndice, de análisis de variancia, - se puede observar que los cuadrados medios para tratamiento muestran diferencias estadísticas altamente significativas, cuando se comparan los seis maíces en base al rendimiento de kilogramos por parcela. Estas diferencias notables al momento de la cosecha se le reducen al cultivador de maíz en el proceso de secamiento de humedad de los granos al ponerlos al sol, puesto que el mercado exige bajo contenido de humedad. Correa (3) - afirma que ésta ocurre de los 50 a 60 días después de la polinización, cuando en el grano el contenido de humedad es del 30 al 38 por ciento.

Hallauer y Russell (7) registraron que la época crítica de la madurez fisiológica en el grano es alcanzada de los 57 a 63 días después de la fecundación con un contenido de humedad del 30 al 40 por ciento. Otros inves



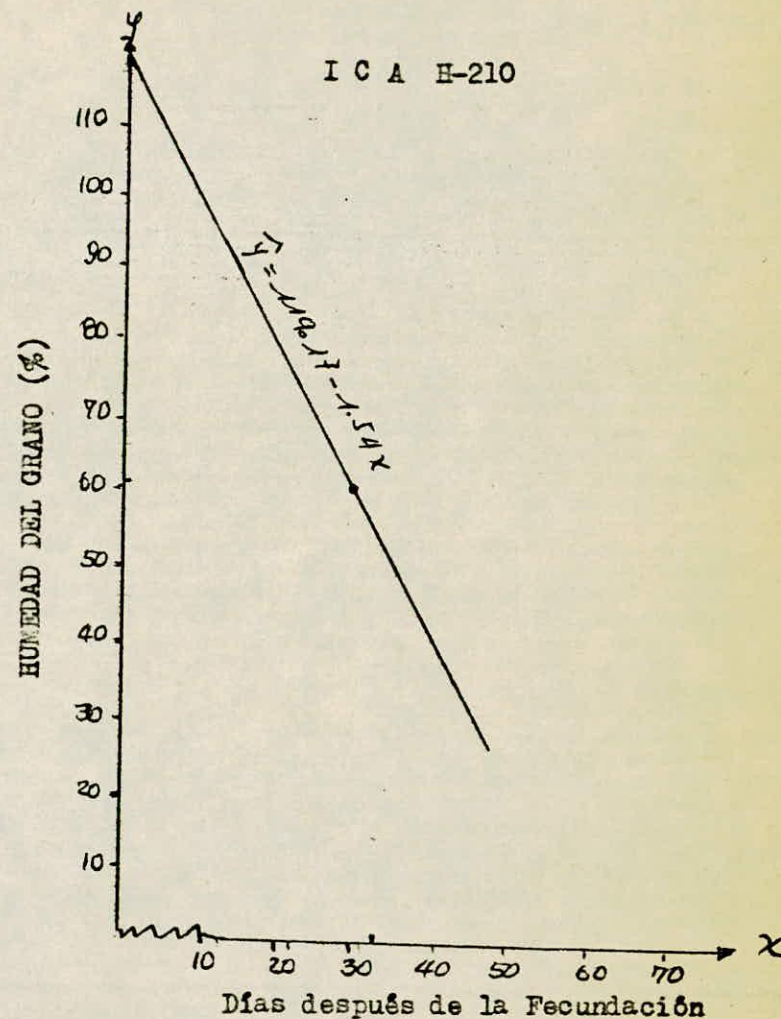
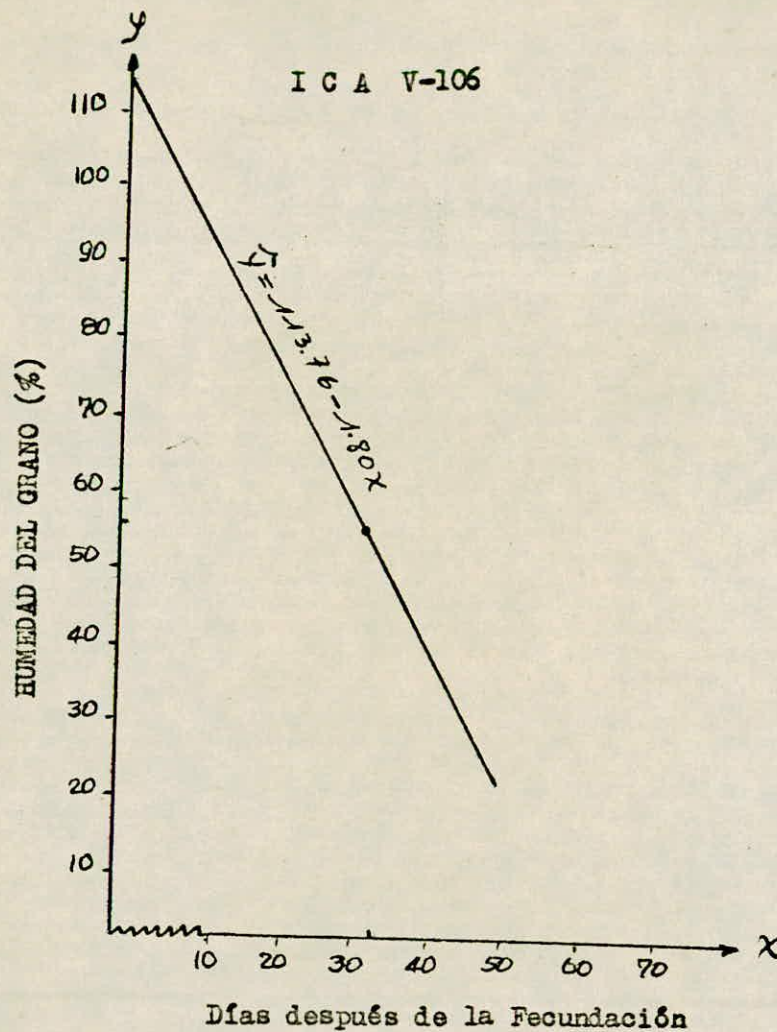


Figura 13 y 14. Líneas de regresión entre el contenido de humedad del grano y los días después de la fecundación de los maíces ICA V-106 e ICA H-210





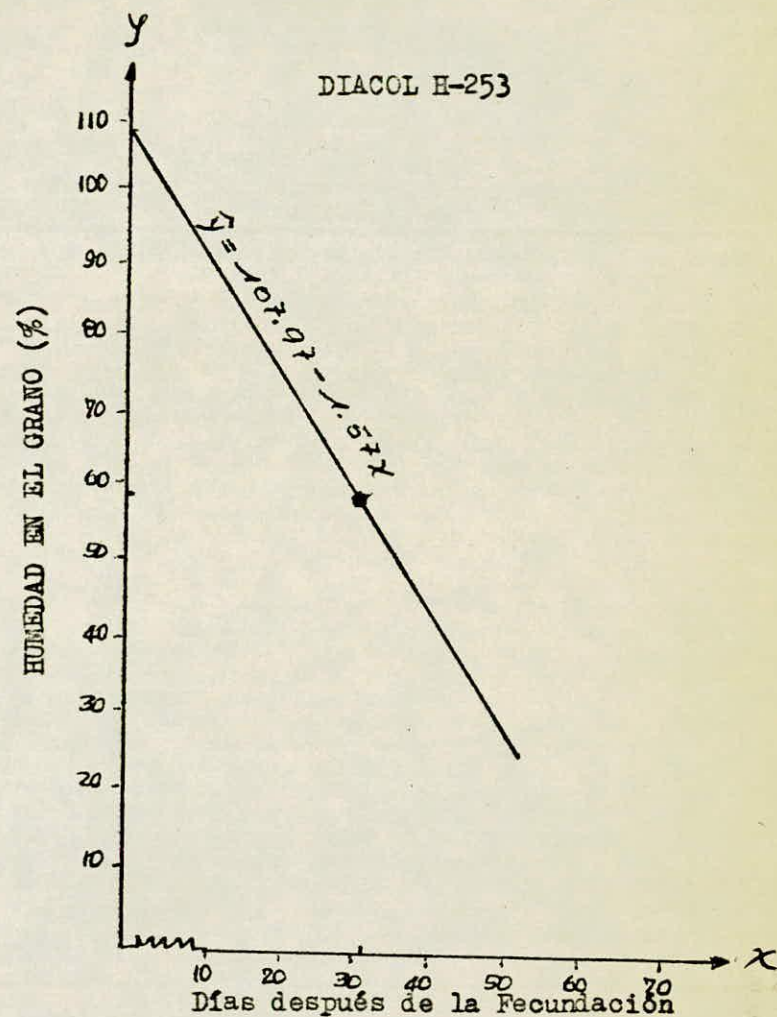
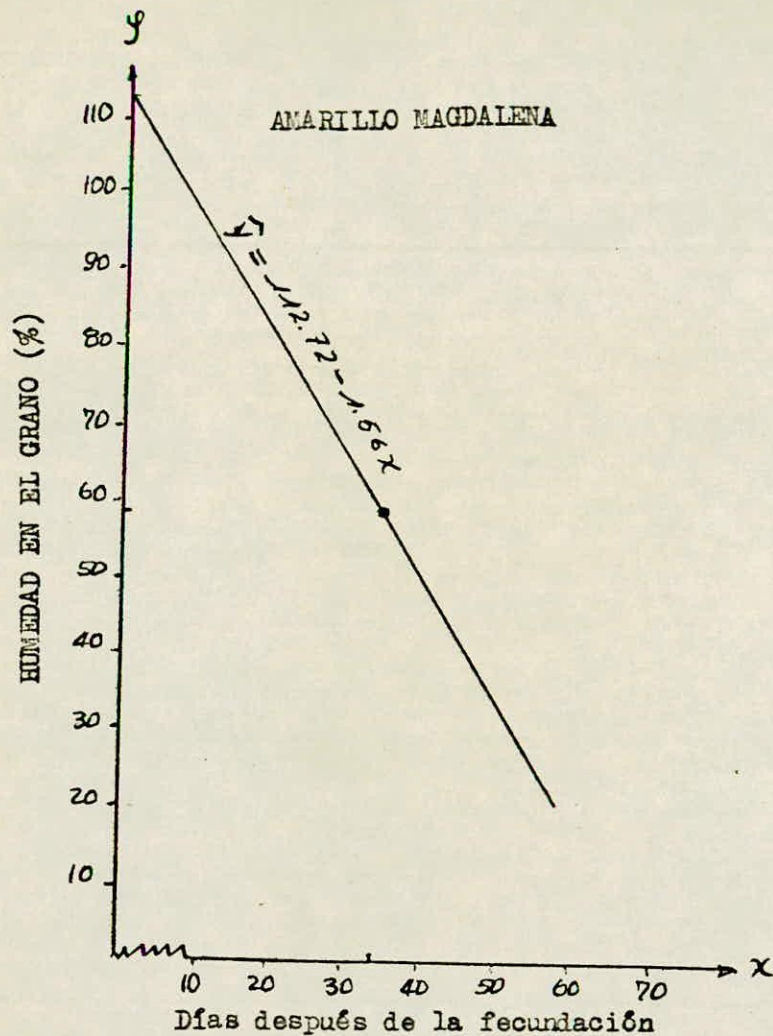


Figura 15 y 16. Líneas de regresión entre el contenido de humedad del grano y los días después de la fecundación de los maíces AMARILLO MAGDALENA Y DIACOL H-253.



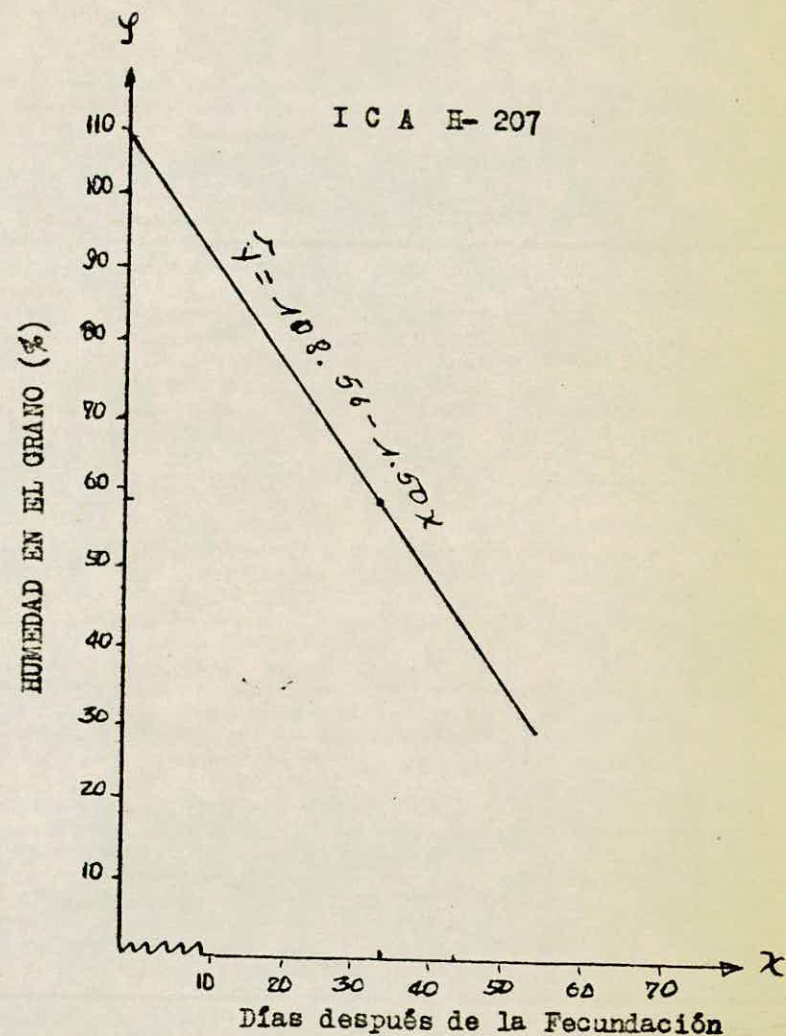
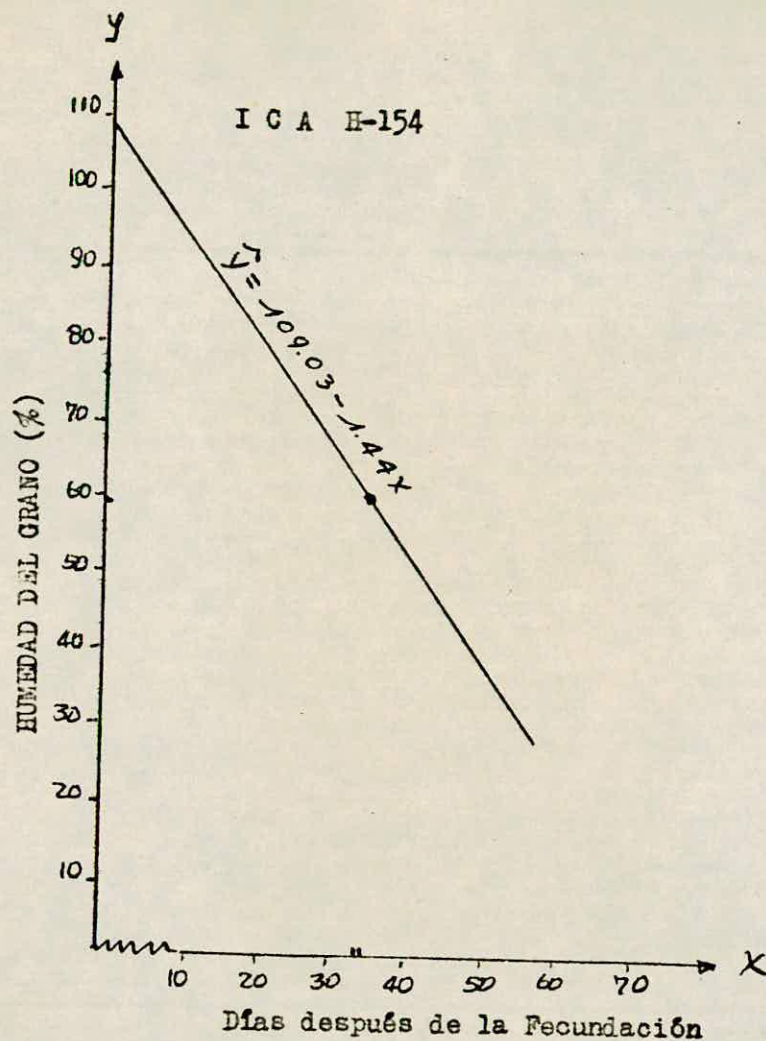


Figura 17 y 18. Líneas de regresión entre el contenido de humedad en el grano y los días después de la fecundación de los maíces ICA H-154 e ICA H-207.



tigadores han informado sobre este momento crítico de la madurez fisiológica; Hillson y Penny (10) afirman - que cuando el 95 por ciento de los granos han alcanzado un 32.6 por ciento de contenido de humedad se puede considerar que el grano está maduro.

Al hacer la prueba de D.M.S. (Diferencia Mínima Significativa), no se encontró diferencia significativa en base al rendimiento en kilogramo por parcela entre los maíces Diacol H-253, ICA H-207 e ICA H-210. Mientras - que entre estos tres maíces y el rendimiento del híbrido ICA H-154 y las dos variedades Amarillo Magdalena e ICA V-106, se observaron diferencias mínimas significativas, tanto al nivel de probabilidad del 5 por ciento como al uno por ciento.

En una secuencia fotográfica tomada a partir de los 14 días en unos maíces y 17 días en otros, después de la fecundación, hasta la sexta semana de muestreo, tomando 10 granos por cada planta de maíz, lo mismo que una mazorca y conservándola a una temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$ , se puede observar objetivamente las diferentes etapas de desarrollo por las que pasan el grano de maíz y la mazorca hasta llegar a la completa formación y madurez fisiológica.



Son muchos los investigadores que han registrado información sobre éstas etapas en esta misma forma, pero los trabajos de Kiesselbach (11) son muy significativos para medir los resultados obtenidos en los campos de la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena.

Para efecto de estudiar las diferencias existentes en la formación de los granos y la mazorca, se observaron los resultados de la <sup>T</sup>tabla 4 del apéndice, comparándolos con las respectivas fotografías.

Teniendo en cuenta los resultados que se muestran en la Tabla 4 del apéndice, y las secuencias fotográficas tomadas en las distintas etapas de desarrollo después de ocurrir la fecundación tanto en el grano como en la mazorca en los seis maíces estudiados, se puede anotar lo siguiente:

En la primera semana de muestreo o sea aproximadamente a los 15 días después de la fecundación, los granos en todos los maíces, presentan un forma de pequeñas bolsas con gran contenido de agua, esta es del orden del 83 al 87 por ciento del peso total del grano. Se puede apreciar, tanto en los datos de la <sup>T</sup>tabla 4 del apéndice, como en las figuras 19, 20 y 21 que los maíces no se dife



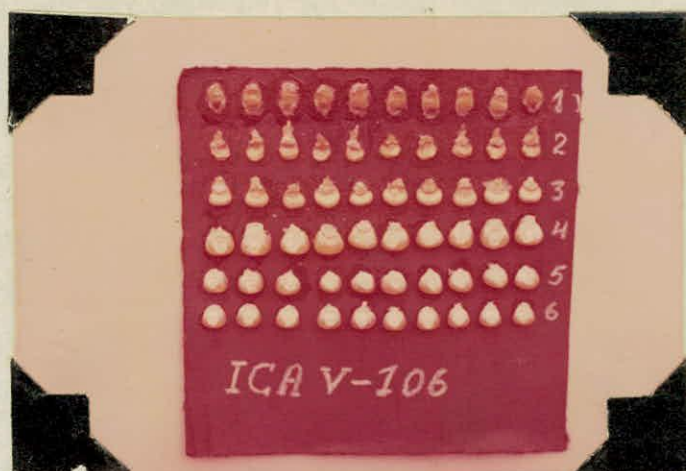


Figura 19. Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en el grano de maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica.



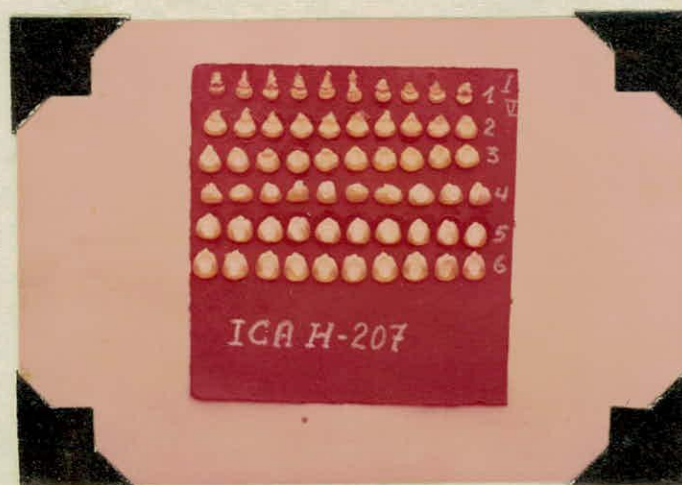
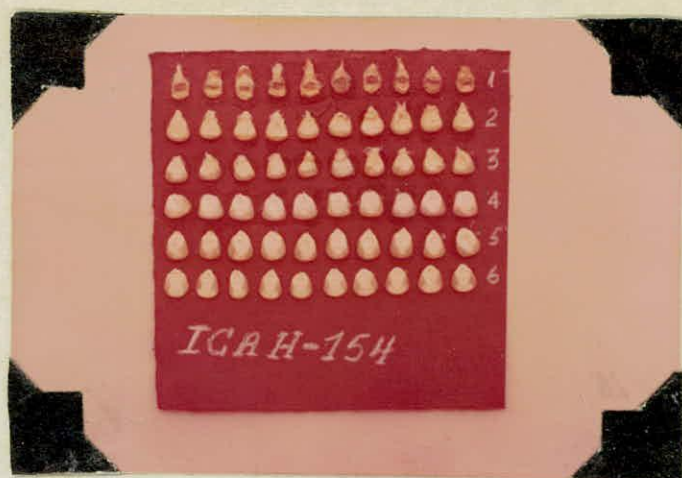


Figura 20. Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en el grano de maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica.





Figura 21. Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en el grano de maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica.



rencian significativamente en la rata de pérdida de humedad y tampoco en la formación física del grano hasta la tercera semana de muestreo; no obstante, los híbridos ICA H-207 e ICA H-210, mostraron al final de ésta semana los granos mejor formados y con una apariencia cristalina del endospermo más marcada. Según Kiesselbach (11) durante éstas tres primeras semanas el grano de maíz del estado lechoso pasa a un estado de apariencia cremosa, para luego mostrar en la tercera semana un endospermo de consistencia más dura y el contenido de humedad de un cien por ciento baja paulatinamente hasta un 76 y 82 por ciento en el endospermo y en el embrión, respectivamente.

A partir de la cuarta a la sexta semana (Tabla 4 del apéndice y figuras 19, 20 y 21 ), la diferencia en la velocidad de pérdida de humedad en los granos es más marcada; tanto el embrión, el endospermo, y el pericarpio se definen claramente. El grano toma una apariencia cristalina bastante dura, adquiere una forma de diente. En la quinta semana, el endospermo cede al introducirse le la uña, mientras que en la sexta semana, esto no ocurre; en este estado, se considera que el grano ha alcanzado en el campo su máximo peso seco o sea la madurez-



fisiológica.

Según Kiesselbach (11) el embrión, el endospermo y el pericarpio muestran un 9.7, 84.3 y 6.0 por ciento, respectivamente, cuando el grano ha alcanzado su madurez.

Por otra parte, las figuras correspondientes a las mazorcas de los seis maíces, muestran los estados de desarrollo después de ocurrir la fecundación que se suceden en las dos variedades y los cuatro híbridos estudiados. Al comparar las dos variedades ICA V-106 y Amarillo Magdalena con el híbrido ICA H-154, y los híbridos ICA 210, ICA H-207 y Diacol H-253 entre sí, podemos anotar lo siguiente:

En la primera semana de muestreo, 15 días después de haber ocurrido la fecundación, las mazorcas de las dos variedades son delgadas, mientras que las del híbrido ICA H-154 es un poco más gruesa. Como se puede apreciar en las figuras 22, 23, 24, la mazorca del Híbrido ICA 154 muestra un desarrollo completo de los granos de maíz mientras que las mazorcas de las dos variedades ICA V-106 y Amarillo Magdalena nos dejan ver unos granos de maíz menos desarrollados. En la segunda y tercera semana de muestreo después de la fecundación se pue-



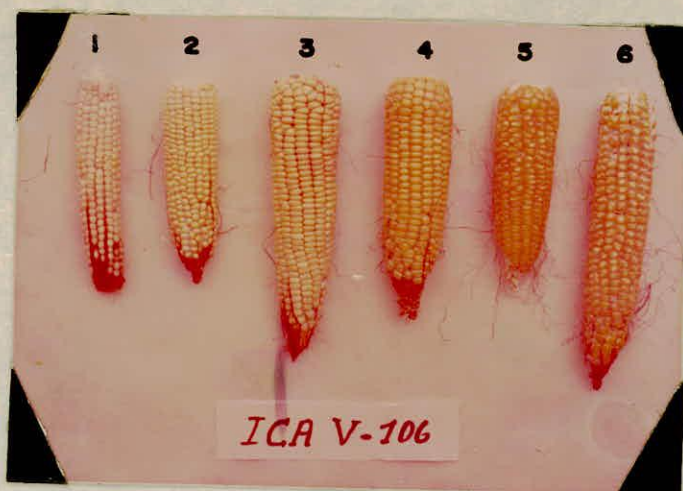


Figura 22. Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en la mazorca de maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica.





Figura 23. Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en la mazorca del maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica.



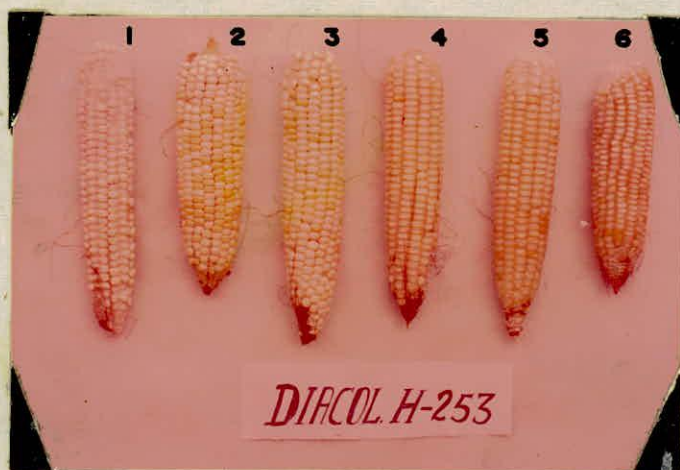


Figura 24. Muestra las diferencias secuenciales semanales ocurridas en la mazorca del maíz después de la fecundación hasta la madurez fisiológica.



de observar que las mazorcas del Híbrido y las dos variedades del primer piso térmico no presentan diferencias significativas en cuanto al desarrollo del grano de maíz.

A partir de la cuarta a la sexta semana de muestreo, los granos de maíz de las mazorcas, de las variedades ICA V-106 y Amarillo Magdalena muestran una coloración característica en una forma bastante marcada. Al final de la sexta semana se aprecia que el desarrollo de los granos de las mazorcas de los tres maíces es completo por haber alcanzado su máxima madurez fisiológica.

Al comparar los híbridos del segundo piso térmico (Figura 22, 23 y 24) ICA H-210, ICA H-207 y Diacol H-253, se puede apreciar en la primera semana de muestreo aproximadamente a los 15 días después de la fecundación, que los granos de las mazorcas de los híbridos ICA H-210 e ICA H-207 están completamente desarrollados, al compararlos con los del híbrido Diacol H-253. Desde la segunda semana a la sexta semana de muestreo no existen diferencias significativas en el desarrollo de los granos de la mazorca de los tres maíces del segundo piso térmico, pero en cuanto a su coloración si se diferen -



cian a partir de la tercera a la sexta semana de mues -  
treo, teniendo en cuenta que el híbrido Diacol H- 253, -  
es de granos blancos y sus mazorcas tpresentan granos -  
amarillos debido a cruce de pólen.



## V. CONCLUSIONES

- 5.1. Los seis maíces en 134 días de establecimiento en el campo, (siembra a cosecha) requirieron un total de 2.238 Unidades de Calor que de acuerdo a la literatura al respecto, es el calor necesario para que iguales maíces, sembrados en medios ecológicos semejantes, alcancen su madurez fisiológica.
- 5.2. El contenido de humedad del cascarón en los distintos maíces a los 50 días después de la fecundación, osciló entre 16 y 22 por ciento mientras que para esa misma fecha, en la tusa y el grano, la humedad estaba por encima del 40 por ciento, además el híbrido ICA H-210 fué el que mostró menos contenido de humedad en el cascarón, no obstante su consideración de tardío en la madurez fisiológica en este medio ecológico.
- 5.3. En las tres características (cascarón, tusa y grano) medidas por sus respectivos coeficientes de regresión (b) en base al contenido de humedad, vs. días después de la fecundación, se observó que la humedad disminuye significativamente por cada día transcurrido después de la fecundación; es por lo que b podría considerarse



como una medida efectiva, a nivel científico para predecir el momento en que ocurre la madurez fisiológica en el maíz.

- 5.4. Los coeficientes de regresión ( $r$ ) entre contenido de humedad del cascarón, tusa y grano vs. días después de la fecundación, fueron para todos los casos, de valores altamente significativos y negativos ( $r = -0.90$ ), determinando por tanto una estrecha asociación entre estas características, es decir, que la madurez fisiológica del maíz depende en más del 95 por ciento, de la pérdida de humedad que ocurre después de la fecundación a la planta.
- 5.5. La asimilación de elementos del medio ambiente por parte de la planta, necesariamente debe ocurrir antes de la fecundación o aparición de los cabellos, puesto que a partir de éste momento el grano y las demás partes constitutivas de la mazorca empiezan a perder humedad y por consiguiente a madurar.
- 5.6. Los híbridos Diacol H-253, ICA H-207, e ICA H-210 en su orden mostraron los más altos rendimientos en el momento de la cosecha (4 ton/ha.), mientras que el -



híbrido ICA H-154 y las variedades Amarillo Magdalena- e ICA V-106, rindieron 3.3, 3.0 y 2.9 ton/ha, respectivamente. Los tres primeros maíces son del segundo piso térmico colombiano y por lo tanto requieren mayor tiempo en el campo para madurar o perder su humedad; es decir, se consideran tardíos para el medio ecológico - en donde se adelantó este estudio. El mayor rendimiento, se debe posiblemente a su mayor contenido de humedad.

- 5.7. El análisis de varianza en base al rendimiento del grano en kilogramos/parcela, del diseño de bloques al azar de los seis maíces, mostró diferencias estadísticas altamente significativas y las pruebas D.M.S. tanto al nivel del 5 por ciento y uno por ciento de probabilidad, confirmaron lo anotado en el punto 5.6, de estas conclusiones. Solo hay diferencias estadísticas entre los maíces tardíos y los precoces.
- 5.8. Se puede considerar cada semana transcurrida después de la fecundación, como una etapa diferente en la formación y madurez del grano; sin embargo, esta diferencia es más notable si se compara el grano o la mazorca en



los primeros 30 días después de la fecundación y los - 30 restantes hasta alcanzar la madurez. En la primera etapa el grano apenas entra a formarse, mientras que - en la segunda, solo acumula materia seca.

- 5.9. Se podría generalizar que la madurez del grano ocurre cuando este ha acumulado el máximo peso seco (25 a 35% de humedad), y requerido para ello más de 2.000 U.C. a partir de la siembra y presenta, por último, una "capa negra" en la base (ápice) del grano o sea donde ocurre la unión del grano con la tusa.





## V I. R E S U M E N

El presente trabajo fue realizado en los terrenos de la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa - Marta, Colombia, ubicada a  $74^{\circ} 07'$  de longitud oeste y a los  $11^{\circ} 11'$  y  $11^{\circ} 15'$  de longitud norte, situada a una altura de 7 metros sobre el nivel del mar; con una temperatura promedio anual de  $28.6^{\circ}\text{C}$ , una humedad relativa de 74.6 mm. Se sembraron seis maíces en el primer semestre de 1976, cuatro de ellos fueron los híbridos dobles comerciales ICA H-154, - ICA H-207, ICA H-210, Diacol H-253 y dos variedades ICA V-106 y Amarillo Magdalena. El diseño utilizado fué el de - block al azar, con cuatro replicaciones y seis tratamientos, cada tratamiento constaba de seis surcos, con diez sitios - por surcos y tres plantas por sitio. Con una distancia de siembra de 0.90 entre planta y la misma entre surco.

El objetivo fundamental, es, determinar las distintas - etapas que se suceden en el desarrollo del grano y el momento crítico en el cual dicho grano alcanza la madurez fisiológica, o sea cuando alcanza su máximo peso seco y se encuentra apto para cosecharlo. La madurez se estudió en base a la variación en el contenido de humedad del cascarón, la tusa y el



grano; también se tuvo en cuenta las Unidades de Calor o grados efectivos de calor requeridas por el cultivo para el desarrollo de todo su período vegetativo, especialmente las etapas comprendidas, desde fecundación hasta la madurez. Otro criterio que se estimó fué la resencia de una capa negra en la base (ápice) del grano o sea donde se une éste con la tusa y por donde recibe los nutrientes y que según algunos investigadores la presencia de dicha capa negra es un índice de madurez fisiológica.

Se calcularon las regresiones y correlaciones simples entre el contenido de humedad del cascarón, la tusa y el grano, vs. los días transcurridos después de la fecundación hasta la madurez fisiológica. Los valores para los primeros, correspondiente al cascarón, oscilaron entre  $b = -1.81$  y  $b = -1.42$ ; para la tusa, entre  $b = -1.36$  y  $b = -0.84$  y para el grano entre  $b = -1.80$  y  $b = -1.42$ ; en consecuencia las líneas de regresión respectivas se orientaron en forma negativa, indicando que a medida que transcurren los días después de la fecundación el contenido de humedad en el cascarón, la tusa y el grano, decrecen causando la madurez en los mismos. Los coeficientes de correlación encontrados, fueron altamente significativos, y negativos para las tres características



medidas, cascarón, tusa y grano, con valores aproximados para  $r = -0.97$ ,  $r = -0.98$  y  $r = -0.99$ , respectivamente. Estos determinan el alto grado de asociación que existe entre la madurez fisiológica y la pérdida de humedad en los maíces con los días transcurridos después de la fecundación.

Los resultados del análisis de varianza en base al rendimiento en kilogramos por parcela (área de la parcela experimental =  $20\text{mt}^2$ ), mostraron que los cuadrados medios para tratamiento, fueron altamente significativos, y, al hacer la prueba de la D.M.S., solo se encontró diferencia significativa entre los maíces Diacol H-253, ICA H-207 e ICA H-210 respecto al rendimiento del ICA H-154, Amarillo Magdalena e ICA V-106, tanto al nivel del cinco por ciento como al uno por ciento de probabilidad. Estos resultados indican, que los tres primeros híbridos son los más rendidores; sin embargo, el mayor rendimiento puede deberse al mayor contenido de humedad en el grano, puesto que son más tardíos y el tiempo transcurrido en el campo no fué suficiente para que perdieran el exceso de humedad. Esto es una consecuencia lógica si se tiene en cuenta que éstos tres maíces son para cultivarlos en el segundo piso térmico, mientras que los tres restantes están en su medio ecológico óptimo.



## S U M M A R Y

The present work has been realized in the Farm of the Technical University of Magdalena, Santa Marta, Colombia, -  
ubicated at  $74^{\circ} 07'$  of long west and the  $11^{\circ} 11'$  and  $11^{\circ} 15'$   
of long north at seven meters level of sea; with year average  
temperature  $28.6^{\circ}\text{C}$ , with relative humidity 74.6 mm. It as to  
sow six corn in the first semestry 1976, four of then has ~~don~~  
been the double hibrids self ICA H-154, ICA H-207, ICA H-210  
Diacol H-253, and two varietys ICA V-106 and Magdalena Yellow.  
The use design has been the hazard block with four replica -  
tions and six treatment, each treatment consisted of six fu-  
rrow, with ten sitting for furrow and three plants by sitting..  
With one distance os seed 0.90 cm. between plants and the sa-  
me between furrow.

The fundamental object was to determine the distint pe-  
riods that occur in the development of the grain and the cri-  
tic moment they get their physiology maturity or when obtain  
their maximun dried weight and are ready to hearvet. The ma-  
turity is studied according to variation in the moisture con-  
tent of the husk, cob, and the grain; we also take accounte  
in recorder the theat units or effective degrees by the de-  
velopent of every vegetative periods, especially periods com-



prend since silking until maturity. Other criter to estimated was the appearence of one black cap in the apex of the grain

It was satated a simple regression and correlation between husk, cob, and the grain, against the number of days after silking physiology maturity. The valve for the first corresponding to husk varied between  $b = -1.81$  and  $b = -1.42$ ; for the cob between  $b = -1.36$  and  $b = -0.84$ , and for the grain between  $b = -1.80$  and  $b = -1.44$ ; then the regression lines were negatively oriented indicating that a measure throught silking the moisture content in the husk, the cob, and the grain, decrease causing maturity among them. The correlation coefficients found, was highly significative and negative for the three characterists measured, husk, cob, and grain wiht values near  $r = -0.97$ ,  $r = -0.98$  and  $r = -0.99$ , respectively. Those are highly associated between physiology and moisture loss on the six xorn throughout time after silking.

The analysis variance results on basis of yield kilograms for plot (experimental area plot  $20 \text{ mt}^2$ ), showed the mean squared for treatment, were highly significative. When the D.M. S. proof was done, only found a significative difference between the Corn Diacol H-253, ICA H-207, and ICA H-210 in relation to yield of ICA H-154, Magdalena Yellow, and ICA V- 106,



bath at 5% and 1% of probability level. This results show - that the three hibrids to yield. However the major to yield can bedue to a major moisture in the grain so they are later and the lime they were in the field was not enovgh la last - the moisture excess. This is a logical result if it is considered that there maizes are to be to grow in the second - thermic level while the remain are located in their ecological very best medium.



## B I B L I O G R A F I A

1. BAKER, R. "Para disgnosticar la maduración del maíz"  
Agricultura de las Américas Kansas City 22 (3): 26-30  
 Marzo 1973.
2. BERGER, J. "Maize production and the maturing of maize"  
 Génova, Centre D'etude Del'Azote, 1962. 60p.
3. CORREA, V.J. Etapas del desarrollo de una planta de maíz  
 (En: El Cultivo de Maíz. Bogotá, ICA, 1975) pp.16-23.
4. CRANE, P.L., A.R. MILES, and J.E. NEWMAN. "Factors asso-  
 ciated with varietal differences in rate of field dry-  
 ing in corn". Agronomy Journal 51: 318-320. 1959.
5. GILMORE, E.C. and J.S., ROGERS. "Heat units as a method of  
 measuring maturity in corn". Agronomy Journal 50: 611  
 1958.
6. GUNN, R.B. and R., CHRISTENSEN. "Maturity relationships  
 among early to late hibrids of corn (Zea mays L)". Crop  
 Scienci 5: 299 - 302. 1965.
7. HALLAUER, A. R. and W.A., RUSSELL. "Effects of selected -  
 weather on grain moisture reduction from silking to -  
 physiologic maturity in corn". Agronomy Journal 53:235  
 229. 1961
8. \_\_\_\_\_. "Estimates of maturity and its  
 inheritance in maize". Crop Scienci 2: 289-294. 1962.



9. HANWAY, J.J. "Growth stages of corn (Zea Mayz L.)" Agro-  
nomy Journal 55: 487-492. 1963.
10. HILLSON, M.T. and L.H., PENNY. "Dry matter acumulation -  
and moisture lose during maturation of corn grain". -  
Agronomy Journal 57: 150-153. 1965.
11. KIESSELBACH, T.A. "Progresive development and seasonal  
variations of the corn crop". Univ. of Nebraska. Rev.  
Bull. 166. 49p. 1950
12. PARRA, L.A.y J.J., CARRILLO. Dos ciclos de selección ma-  
sal por prolificidad y rendimiento en una variedad del  
maíz criollo de la Costa Atlántica, Santa Marta, Uni -  
versidad Tecnológica del Magdalena, 1976. 55p. (Tesis)
13. PEREZ, G.J. Factores que afectan la rata de secamiento en  
el maíz (Zea mayz L.) (En: P E G., Bogotá, Universi -  
dad Nacional- ICA , 1971) 30p. (Seminario)
14. PURDY, J.L. and P.L., CRANE. "Influence of pericarp on  
differential drying rate in mature corn (Zea mays L.)"  
Crop Scienci 7: 379-381. 1967
15. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. "Inheritance of drying ra-  
te in mature corn (Zea mays L.)" Crop Scienci 7: 294 -  
297. 1967
16. SANCHEZ, H. Fenología del maíz: I. Período vegetativo y  
efecto de ciertos factores ambientales sobre el ritmo



de crecimiento. Lima, Universidad La Molina, 1972.

42p.



" A P E N D I C E "



TABLA 4. Porcentaje de humedad en el cascarón, la tusa y el grano de seis maíces; durante seis semanas (desde la fecundación hasta la madurez fisiológica).

M A I Z	MUESTRA	DIAS DESPUES DE LA FECUN- DACION	CARACTERISTICAS MEDIDAS %		
			CASCARON	TUSA	GRANO
ICA V-106	1	15	74.00	79.00	87.10
	2	22	71.00	67.34	77.80
	3	29	59.80	54.00	58.70
	4	36	41.50	52.24	45.30
	5	43	21.54	50.99	36.10
	6	50	18.46	46.87	26.60
ICA H-210	1	14	75.00	76.14	87.00
	2	21	71.18	67.16	78.30
	3	28	64.55	64.50	67.60
	4	35	48.26	58.94	53.40
	5	42	27.10	54.64	41.20
	6	49	16.30	42.93	36.50
AMARILLO MAGDALENA	1	17	70.58	70.24	83.60
	2	24	63.17	64.60	72.40
	3	31	60.98	62.09	68.40
	4	38	47.38	58.54	59.00
	5	45	30.90	45.00	43.80
	6	52	22.50	38.56	26.20
DIACOL H-253	1	14	74.39	75.43	85.40
	2	21	67.12	66.30	76.00
	3	28	54.20	56.96	60.70
	4	35	36.45	51.02	55.80
	5	42	27.10	49.67	45.40
	6	49	22.64	41.20	27.80
ICA H-154	1	17	70.58	72.69	84.60
	2	24	62.90	60.80	63.20
	3	31	56.69	55.83	66.20
	4	38	48.10	46.20	54.80
	5	45	32.11	32.60	43.10
	6	52	21.05	25.00	34.20



Continuación Tabla 4.

M A I Z	MUESTRA	DIAS DESPUES DE LA FECUN- DACION	CARACTERISTICAS MEDIDAS %		
			CASCARON	TUSA	GRANO
ICA H-207	1	16	74.00	76.34	85.20
	2	23	71.20	66.70	73.40
	3	30	63.18	58.50	64.10
	4	37	51.20	55.30	53.20
	5	44	38.17	50.50	40.17
	6	51	23.60	45.20	33.70



TABLA 5. Coeficientes de regresión, ecuación de las líneas de regresión, coeficientes de correlación y de determinación entre las características: Contenido de humedad del cascarrón, tusa y grano vs. días después de la fecundación a madurez fisiológica de seis maíces mejorados.

M A I Z	COEFICIENTE REGRESION			Y = a + bX			COEFICIENTE CORRELACION		
	CASCARON	TUSA	GRANO	CASCARON	TUSA	GRANO	CASCARON	TUSA	GRANO
ICA V-106	-1.81	-0.86	-1.80	Y=106.54-1.81X	Y=96.35-0.86X	Y=113.76-1.80X	-0.97	-0.92	-0.99
ICA H-210	-1.80	-0.85	-1.54	Y=107.06-1.80X	Y=87.49-0.85X	Y=119.17-1.54X	-0.97	-0.98	-0.99
AMARILLO MAGDALENA	-1.43	-0.89	-1.54	Y= 97.55-1.43X	Y=87.20-0.89X	Y=112.72-1.56X	-0.97	-0.95	-0.97
DIACOL H-253	-1.61	-0.93	-1.57	Y=97.69-1.61X	Y=87.05-0.93X	Y=107.97-1.57X	-0.98	-0.98	-0.99
ICA H-154	-1.42	-1.36	-1.44	Y=97.52-1.42X	Y=95.87-1.36X	Y=109.03-1.44X	-0.98	-0.99	-0.99
ICA H-207	-1.48	-0.84	-1.50	Y=93.13-1.48X	Y=86.89-0.84X	Y=108.55-1.50X	-0.97	-0.98	-0.99



TABLA 6. Resultados del análisis de varianza del block al azar de seis maíces sembrados en el semestre 1976A, en la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALC.	F. TABLAS 5%	F. TABLAS 1%
Replicaciones	3	4.36	1.45	20.7	3.29	5.42
Tratamientos	5	28.09	5.61	80.1	2.90	4.57
Error	15	1.19	0.07			
TOTAL	23	33.64				

\*\*Diferencias estadísticas significativas al nivel de probabilidad del 1%.

Promedio = 7.23

Desviación Estandar = 0.26

Coeficiente de Variación (C.V) = 3.5%

D.M.S. 5% = 0.39

D.M.S. 1% = 0.26





Tabla 7. Cálculos de la regresión y correlación simple entre días después de la fecundación y el contenido de humedad del cascarón de la mazorca (Variedad ICA V-106).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
15	74.00	-17.50	26.28	-459.90	306.30	690.63
22	71.00	-10.50	23.28	-244.44	110.30	541.95
29	59.80	-3.50	12.10	-42.35	12.30	145.20
36	41.50	3.50	-6.22	-21.77	12.30	38.70
43	21.54	10.50	-26.18	-274.89	110.30	685.40
50	18.46	17.50	-29.26	-512.10	306.30	856.14
195	286.30	0	0	-1.555.45	857.80	2.958.02

$$X=32.5 \quad Y=47.72$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.555.45}{857.80}$$

$$b = -1.81$$

$$a = Y - bX = 47.72 - 1.81 \times 32.5$$

$$a = 47.72 - 58.82$$

$$a = 106.54$$

$$Y = a + bX = 106.54 - 1.81X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.555.45}{\sqrt{(857.80)(2.958.02)}}$$

$$r = \frac{-1.555.45}{\sqrt{2.537.389.50}}$$

$$r = \frac{-1.555.45}{1.592.91}$$

$$r = -0.97$$

$$r^2 = 0.94$$



Tabla 8. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y la humedad del cascarn de la mazorca (Híbrido ICA H-210).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
14	75.00	-17.50	24.60	-430.50	306.25	605.16
21	71.18	-10.50	20.80	-218.40	110.25	432.64
28	64.55	- 3.50	14.20	- 49.70	12.25	201.64
35	48.26	3.50	- 2.00	- 7.00	12.25	2.00
42	27.10	10.50	-23.30	-244.65	110.25	542.89
49	16.10	17.50	-34.30	-600.25	306.25	1.176.49
189	302.19	0	0	-1.550.50	857.50	2.962.82

$$\bar{X}=31.5 \quad \bar{Y}=50.36$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.550.50}{857.50}$$

$$b = -1.80$$

$$a = Y - bX = 50.36 - 1.80 \times 31.5$$

$$a = 50.36 - 56.70$$

$$a = 107.06$$

$$Y = a + bX = 107.06 - 1.80$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.550.50}{\sqrt{(857.50)(2.962.82)}}$$

$$r = \frac{-1.550.50}{\sqrt{2.540.618.10}}$$

$$r = \frac{-1.550.50}{1.593.92}$$

$$r = -0.97$$

$$r^2 = 0.94$$



Tabla 9. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del cascarón de la mazorca (Variedad Amarillo Magdalena):

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
17	70.57	-17.500	21.32	-373.10	306.25	454.54
24	63.17	-10.50	13.92	-146.16	110.25	193.76
31	60.98	- 3.50	11.73	- 41.05	12.25	137.59
38	47.38	3.50	- 1.87	- 6.54	12.25	3.49
45	30.90	10.50	-18.35	-192.67	110.25	336.72
52	22.50	17.50	-26.75	-468.12	306.25	715.56
207	295.50	0	0	-1.227.64	857.50	1.84166

$$X=34.5 \quad Y=49.25$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.227.64}{857.50}$$

$$b = -1.43$$

$$a = Y - bX = 49.25 - 1.43 \times 34.5$$

$$a = 49.25 - 49.34$$

$$a = 98.59$$

$$Y = a + bX = 98.59 - 1.43X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.227.64}{\sqrt{(857.5)(1.841.66)}}$$

$$r = \frac{-1.227.64}{\sqrt{1.579.223.40}}$$

$$r = \frac{-1.227.64}{1.256.67}$$

$$r = -0.97$$

$$r^2 = 0.94$$



Tabla 10. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del cascarón de la mazorca (Híbrido Diacol H-253).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
14	74.39	-17.50	27.41	-479.67	306.25	751.30
21	67.12	-10.50	20.14	-211.47	110.25	405.61
28	54.20	- 3.50	7.22	- 25.27	12.25	52.12
35	36.45	3.50	-10.53	- 36.85	12.25	110.88
42	27.10	10.50	-19.90	-208.95	110.25	396.01
49	22.64	17.50	-24.34	-425.95	306.25	592.43
189	281.90	0	0	-1.388.16	857.50	2.308.35

$$X=31.5 \quad Y=46.98$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.388.16}{857.50}$$

$$b = -1.61$$

$$a = Y - bX = 46.98 - 1.61 \times 31.5$$

$$a = 46.98 - 50.71$$

$$a = 97.69$$

$$Y = a + bX = 97.69 - 1.61X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.388.16}{\sqrt{(857.5)(2.308.35)}}$$

$$r = \frac{-1.388.16}{\sqrt{1.979.410.10}}$$

$$r = \frac{-1.388.16}{1.407.62}$$

$$r = -0.98$$

$$r^2 = 0.96$$



Tabla 11. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del cascarón de la mazorca (Híbrido ICA H-154).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
17	70.58	-17.50	22.00	-385.00	306.25	484.00
24	62.90	-10.50	14.33	-150.47	110.25	205.35
31	56.90	- 3.50	8.12	- 28.42	12.25	65.93
38	48.10	3.50	- 0.47	- 1.64	12.25	0.22
45	32.11	10.50	-16.46	-172.83	110.25	270.93
52	21.05	17.50	-27.52	-481.60	306.25	757.35
207	291.44	0	0	-1.219.96	857.50	1.783.78

$$X=34.5 \quad Y=48.57$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.219.96}{857.50}$$

$$b = -1.81$$

$$a = Y - bX = 48.57 - 1.42 \times 34.5$$

$$a = 48.57 - 48.99$$

$$a = 97.52$$

$$Y = a + bX = 97.52 - 1.42X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.219.96}{\sqrt{(857.5)(1.783.78)}}$$

$$r = \frac{-1.219.96}{\sqrt{1.529.591.30}}$$

$$r = \frac{-1.219.96}{1.236.76}$$

$$r = -0.98$$

$$r^2 = 0.96$$



Tabla 12. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del cascarrón de la mazorca (híbrido ICA H-207).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
16	74.00	-17.50	20.45	-357.87	306.25	418.20
23	71.20	-10.50	17.65	-185.33	110.25	311.52
30	63.18	- 3.50	9.63	- 33.70	12.25	92.73
37	51.20	3.50	- 2.35	- 8.22	12.25	5.52
44	38.17	10.50	-15.38	-161.49	110.25	236.54
51	23.60	17.50	-30.00	-525.00	306.25	900.00
201	323.35	0	0	-1,271.61	857.50	1.964.51

$$X=33.5 \quad Y=53.55$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.271.61}{857.50}$$

$$b = -1.48$$

$$a = Y - bX = 53.55 - 1.48 \times 33.5$$

$$a = 53.55 - 39.58$$

$$a = 93.13$$

$$Y = a + bX = 93.13 - 1.48X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.271.61}{\sqrt{(857.50)(1.964.51)}}$$

$$r = \frac{-1.271.61}{\sqrt{1.684.567.30}}$$

$$r = \frac{-1.271.61}{1.297.98}$$

$$r = -0.97$$

$$r^2 = 0.94$$



Tabla 13. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad de la tusa de la mazorca (Variedad ICA V-106).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
15	79.00	-17.50	20.60	-360.50	306.30	424.36
22	67.34	-10.50	8.94	- 93.87	110.30	79.92
29	54.00	- 3.50	- 4.40	15.40	12.30	19.36
36	52.40	3.50	- 6.10	- 21.35	12.30	37.21
43	50.90	10.50	- 7.50	- 78.75	110.30	56.25
50	46.87	17.50	-11.50	-201.25	306.30	132.25
195	350.35	0	0	-740.32	857.80	749.35

$$X=32.5 \quad Y=58.40$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-740.32}{857.80}$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$b = -0.86$$

$$r = \frac{-740.32}{\sqrt{(857.80)(749.35)}}$$

$$a = Y - bX = 58.40 - 0.86 \times 32.5$$

$$a = 58.40 - 27.95$$

$$r = \frac{-740.32}{\sqrt{643.017.23}}$$

$$a = 86.35$$

$$r = \frac{-740.32}{801.88}$$

$$Y = a + bX = 86.35 - 0.86X$$

$$r = -0.92$$

$$r^2 = 0.84$$



Tabla 14. Cálculos de la regresión y correlación simple entre días después de la fecundación y el contenido de humedad de la tusa de la mazorca (híbrido ICA H-210)/

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
14	76.14	-17.50	15.42	-269.85	306.25	237.77
21	67.16	-10.50	6.44	- 67.62	110.25	41.47
28	64.50	- 3.50	3.78	- 13.23	12.25	14.28
35	58.94	3.50	- 1.78	- 6.23	12.25	3.16
42	54.64	10.50	- 6.08	- 63.84	110.25	36.96
49	42.92	17.50	-17.78	-311.15	306.25	316.13
189	364.31	0	0	-731.92	857.50	649.77

$$X=31.5 \quad Y=60.72$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-731.92}{857.50}$$

$$b = -0.85$$

$$a = Y - bX = 60.72 - 0.85 \times 31.5$$

$$a = 60.72 - 26.77$$

$$a = 87.49$$

$$Y = a + bX = 87.49 - 0.85X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-731.92}{\sqrt{(857.50)(649.77)}}$$

$$r = \frac{-731.92}{\sqrt{557.177.77}}$$

$$r = \frac{-731.92}{746.44}$$

$$r = -0.98$$

$$r^2 = 0.96$$



Tabla 15. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad de la tusa de la mazorca (Variedad Amarillo Magdalena).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
17	70.24	-17.50	13.74	-240.45	306.25	188.78
24	64.60	-10.50	8.10	- 85.05	110.25	61.61
31	62.09	- 3.50	5.60	- 19.60	12.25	31.36
38	58.54	3.50	2.00	7.00	12.25	4.00
45	45.00	10.50	-11.50	-120.75	110.25	132.25
52	38.56	17.50	-17.94	-303.95	306.25	321.25
207	339.03	0	0	-763.20	857.50	743.84

$$X=34.5 \quad Y=56.50$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-763.20}{857.50}$$

$$b = -0.89$$

$$a = Y - bX = 56.50 - 0.89 \times 34.5$$

$$a = 56.50 - 30.70$$

$$a = 25.80$$

$$Y = a + bX = 25.80 - 0.89X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-763.20}{\sqrt{(857.50)(743.84)}}$$

$$r = \frac{-743.20}{\sqrt{637.842.80}}$$

$$r = \frac{-763.20}{798.65}$$

$$r = -0.95$$

$$r^2 = 0.90$$



Tabla 16. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad de la tusa de la mazorca (híbrido Diacol H.253).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	((X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
14	75.43	-17.50	18.70	-327.25	306.25	349.69
21	66.30	-10.50	9.54	-100.17	110.25	91.01
28	56.96	- 3.50	0.20	- 0.70	12.25	0.04
35	51.02	3.50	- 5.74	- 20.09	12.25	32.94
42	49.67	10.50	- 7.10	- 74.55	110.25	50.41
49	41.20	17.50	-15.60	-273.00	306.25	243.36
189	340.58	0	0	-795.76	857.50	767.45

$$X=31.5 \quad Y=56.76$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-795.76}{767.45}$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$b = -0.93$$

$$r = \frac{-795.76}{\sqrt{(857.50)(767.45)}}$$

$$a = Y - bX = 56.76 - 0.93 \times 31.5$$

$$a = 56.76 - 29.29$$

$$r = \frac{-795.76}{\sqrt{658.088.37}}$$

$$a = 87.05$$

$$r = \frac{-795.76}{811.22}$$

$$Y = a + bX = 87.05 - 0.93X$$

$$r = -0.98 \quad r^2 = 0.96$$



Tabla 17. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad de la tusa de la mazorca (Híbrido ICA H-154).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
17	72.69	-17.50	23.80	-416.50	306.25	566.44
24	60.80	-10.50	12.00	-126.00	110.25	144.00
31	55.83	- 3.50	7.00	- 24.50	12.25	49.00
38	46.20	3.50	- 2.70	- 9.45	12.25	7.29
45	32.60	10.50	-16.30	-171.15	110.25	265.69
52	25.00	17.50	-23.80	-416.50	306.25	566.44
207	293.12	0	0	-1.164.10	857.50	1.598.86

$$X=34.5 \quad Y=48.85$$

$$b = \frac{(\sum X)(\sum Y)}{(\sum X)^2} = \frac{-1.164.10}{857.50}$$

$$b = -1.36$$

$$a = Y - bX = 48.85 - 1.36 \times 34.5$$

$$a = 48.85 - 47.02$$

$$a = 95.87$$

$$Y = a + bX = 95.87 - 1.36X$$

$$r = \frac{(\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(\sum X)^2 (\sum Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.164.10}{\sqrt{(857.50)(1.598.86)}}$$

$$r = \frac{-1.164.10}{\sqrt{1.371.012.45}}$$

$$r = \frac{-1.164.10}{1.170.90}$$

$$r = -0.99$$

$$r^2 = 0.98$$



Tabla 18. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad de la tusa de la mazorca (Híbrido ICA H-207).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
16	76.34	-17.50	17.60	-308.00	306.25	309.76
23	66.70	-10.50	7.95	-83.47	110.25	63.20
30	58.50	-3.50	-0.30	1.05	12.25	0.09
37	55.30	3.50	-3.45	-12.07	12.25	11.90
44	50.50	10.50	-8.25	-86.63	110.25	68.06
51	45.20	17.50	-13.55	-237.12	306.25	183.60
201	352.54	0	0	-726.24	857.50	636.61

$$X=35.5 \quad Y=58.75$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-726.24}{857.50}$$

$$b = -0.84$$

$$a = Y - bX = 58.75 - 0.84 \times 35.5$$

$$a = 58.75 - 29.82$$

$$a = 28.93$$

$$Y = a + bX = 28.93 - 0.84X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-726.24}{\sqrt{(857.50)(636.61)}}$$

$$r = \frac{-726.24}{\sqrt{545.963.10}}$$

$$r = \frac{-726.24}{738.89}$$

$$r = -0.98$$

$$r^2 = 0.96$$





Tabla 19. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del grano de la mazorca (Variedad ICA V-106).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
15	87.10	-17.50	31.84	-557.20	306.30	1.013.78
22	77.80	-10.50	22.54	-236.67	110.30	508.50
29	58.70	- 3.50	3.44	- 12.04	12.30	11.83
36	45.30	3.50	- 9.96	- 34.86	12.30	99.20
43	36.10	10.50	-19.16	-201.18	110.30	367.10
50	26.60	17.50	-28.76	-502.25	306.30	823.69
195	331.60	0	0	-1.544.20	857.80	2.823.65

$$X=32.5 \quad Y=55.26$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.544.20}{857.80}$$

$$b = -1.80$$

$$a = Y - bX = 55.26 - 1.80 \times 32.5$$

$$a = 55.26 - 58.50$$

$$a = 113.76$$

$$Y = a + bX = 113.76 - 1.80X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.544.20}{\sqrt{(857.80)(2.823.65)}}$$

$$r = \frac{-1.544.20}{\sqrt{2.422.126.90}}$$

$$r = \frac{-1.544.20}{1.556.32}$$

$$r = -0.99$$

$$r^2 = 0.98$$



Tabla 20. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del grano de la mazorca (Híbrido ICA H-210).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
14	87.00	-17.50	26.34	-460.95	306.25	693.79
21	78.30	-10.50	17.64	-185.22	110.25	311.17
28	67.60	-3.50	6.94	-24.29	12.25	48.16
35	53.40	3.50	-7.26	-25.41	12.25	52.70
42	41.20	10.50	-19.46	-204.33	110.25	378.69
49	36.50	17.50	-24.20	-423.50	306.25	585.64
189	364.00	0	0	-1.323.70	857.50	2.070.15

$$X=31.5 \quad Y=60.66$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.323.70}{857.50}$$

$$b = -1.54$$

$$a = Y - bX = 60.66 - 1.54 \times 31.5$$

$$a = 60.66 - 58.51$$

$$a = 119.17$$

$$Y = a + bX = 119.17 - 1.54X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.323.70}{\sqrt{(857.50)(2.070.15)}}$$

$$r = \frac{-1.323.70}{\sqrt{1.775.153.60}}$$

$$r = \frac{-1.323.70}{1.332.34}$$

$$r = -0.99$$

$$r^2 = 0.98$$



Tabla 21. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del grano de la mazorca (Variedad Amarillo Maglarena).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
17	83.60	-17.50	24.70	-432.25	306.25	610.09
24	72.40	-10.50	13.50	-141.75	110.25	182.25
31	68.40	- 3.50	9.50	- 33.25	12.25	90.25
38	59.00	3.50	0.10	0.35	12.25	0.01
45	43.80	10.50	-15.10	-158.55	110.25	228.01
52	26.20	17.50	-32.70	-572.25	306.25	1.069.29
207	353.40	0	0	-1.338.40	857.50	2.179.90

$$X=34.5 \quad Y=58.90$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.338.40}{857.50}$$

$$b = -1.56$$

$$a = Y - bX = 58.90 - 1.56 \times 34.5$$

$$a = 58.90 - 53.82$$

$$a = 112.72$$

$$Y = a + bX = 112.72 - 1.56X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.338.40}{\sqrt{(857.50)(2.179.90)}}$$

$$r = \frac{-1.338.40}{\sqrt{1.869.264.25}}$$

$$r = \frac{-1.338.40}{1.367.21}$$

$$r = -0.97$$

$$r^2 = 0.94$$



Tabla 22. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del grano de la mazorca (Híbrido Diacol H.253).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
14	85.40	-17.50	26.90	-470.75	306.25	723.61
21	76.00	-10.50	17.48	-183.54	110.25	305.55
28	60.70	- 3.50	2.18	- 7.63	12.25	4.75
35	55.80	3.50	- 2.72	- 9.52	12.25	7.39
42	45.40	10.50	-13.12	-137.76	110.25	172.13
49	27.80	17.50	-30.72	-537.60	306.25	943.71
189	351.10	0	0	-1.346.80	857.50	2.157.14

$$X=31.5 \quad Y=58.52$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.346.80}{857.50}$$

$$b = -1.57$$

$$a = Y - bX = 58.52 - 1.57 \times 31.5$$

$$a = 58.52 - 49.45$$

$$a = 107.97$$

$$Y = a + bX = 107.97 - 1.57X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.346.80}{\sqrt{(857.50)(2.157.14)}}$$

$$r = \frac{-1.346.80}{\sqrt{1.849.747.50}}$$

$$r = \frac{-1.346.80}{1.360.05}$$

$$r = -0.99$$

$$r^2 = 0.98$$



Tabla 23. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del grano de la mazorca (Híbrido ICA H-154).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
17	84.60	-17.50	25.25	-441.87	306.25	637.65
24	73.20	-10.50	13.85	-145.43	110.25	191.82
31	66.20	- 3.50	6.85	- 23.98	12.25	46.92
38	54.80	3.50	- 4.55	- 15.90	12.25	20.70
45	43.10	10.50	-16.25	-170.63	110.25	264.06
52	34.20	17.50	-25.15	-440.12	306.25	632.52
207	356.10	0	0	-1.237.93	857.50	1.793.58

$$X=34.5 \quad Y=59.35$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.237.93}{857.50}$$

$$b = -1.44$$

$$a = Y - bX = 59.35 - 1.44 \times 34.5$$

$$a = 59.35 - 49.68$$

$$a = 109.03$$

$$Y = a + bX = 109.03 - 1.44X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.237.93}{\sqrt{(857.50)(1.793.58)}}$$

$$r = \frac{-1.237.93}{\sqrt{1.537.994.80}}$$

$$r = \frac{-1.237.93}{1.240.15}$$

$$r = -0.99$$

$$r^2 = 0.98$$



Tabla 24. Cálculos de la regresión y correlación simple entre los días después de la fecundación y el contenido de humedad del grano de la mazorca ( Híbrido ICA H.207).

X	Y	(X-X)	(Y-Y)	(X-X)(Y-Y)	(X-X) <sup>2</sup>	(Y-Y) <sup>2</sup>
16	85.20	-17.50	26.90	-470.75	306.25	723.61
23	73.40	-10.50	15.10	-158.55	110.25	228.01
30	64.10	- 3.50	5.80	- 20.30	12.25	33.64
37	53.20	3.50	- 5.10	- 17.85	12.25	26.01
44	40.17	10.50	-18.10	-190.05	110.25	327.61
51	33.70	17.50	-24.60	-430.50	306.25	605.16
201	349.80	0	0	-1.288.00	857.50	1.944.04

$$X=33.5 \quad Y=58.30$$

$$b = \frac{(X-X)(Y-Y)}{(X-X)^2} = \frac{-1.288.00}{857.50}$$

$$b = -1.50$$

$$a = Y - bX = 58.30 - 1.50 \times 33.5$$

$$a = 58.30 - 50.25$$

$$a = 8.05$$

$$Y = a + bX = 8.05 - 1.50X$$

$$r = \frac{(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{(X-X)^2(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{-1.288.00}{\sqrt{(857.50)(1.944.04)}}$$

$$r = \frac{-1.288.00}{\sqrt{1.667.014.30}}$$

$$r = \frac{-1.288.00}{1.297.90}$$

$$r = -0.99$$

$$r^2 = 0.98$$